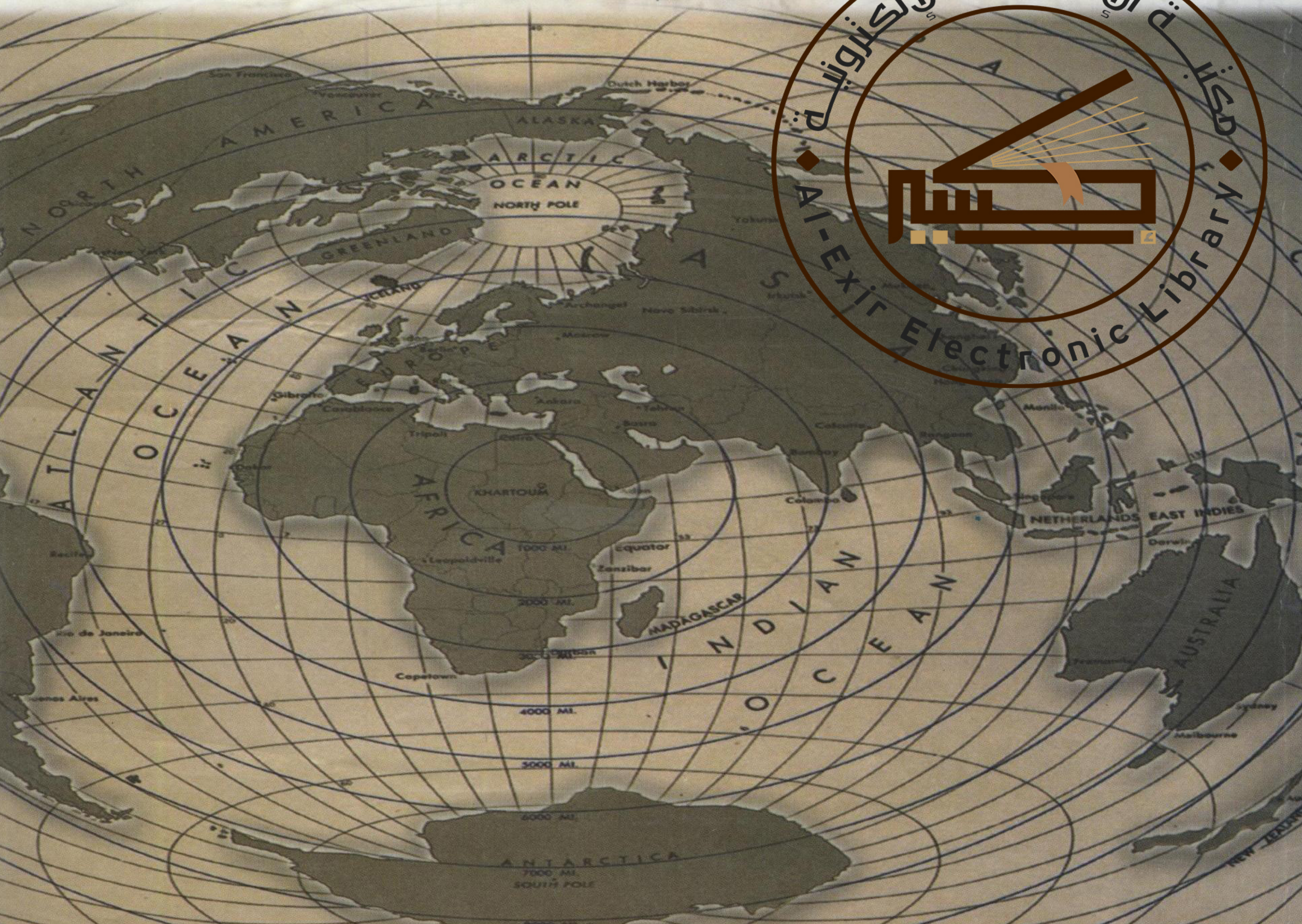
مبادئ علم الخرائط

(الكارتوجرافيا)

إعداد

دكتور / حسام الدين جاد الرب



المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
ISO 9002

المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
الحاصلة على شهادة الجودة
ISO 9002
Certificate No.: 82210
03/05/2001
UKAS QUALITY MANAGEMENT

مبادئ علم الخرائط

(الكارتوجرافيا)

مبادئ علم الخرائط

(الكارتوجرافيا)

إعداد دكتور

حسام الدين جاد الرب

أستاذ الجغرافيا البشرية المشارك

كلية الآداب – جامعة أسيوط

الناشر

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١٢

بطاقة فهرسة الكتاب:

جاد الرب، حسام الدين.
مبادئ علـم الخرائط: (الكارتوجرافيا)/ إعداد حسام الدين جاد الرب
.–ط١ .– الجيزة: المكتبة الأكاديمية، ٢٠١٢.
٢٤ سم.
تدمك: ٦ – ٤٨٢ – ٢٨١ – ٩٧٧ – ٩٧٨
١- الخرائط.
أ- العنوان ٥٢٦.٨

رقم الإيداع: ٣٢٤٥/ ٢٠١٢

حقوق النشر

الطبعة الأولى ٢٠١٢م - ١٤٣٣هـ

المكتبـة الأكاديميـة

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة
القاهرة - جمهورية مصر العربية
تليفون : ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٣٨٨ (٢٠٢)
فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

إهداء

إلى وطنى مصر

المكان والمكانة

لعلها تخرج من كبوتها

وتتبوأ مكانتها بين الأمم

أقدم هذا العمل

د. حسام الدين جاد الرب

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على نبينا محمد سيد المرسلين

وبعد....

يسعدنى أن أقدم كتاب مبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) لكل المشتغلين من الطلاب والدارسين وخاصة طلاب الجغرافيا والخرائط حيث يهدف هذا الكتاب إلى تزويدهم بالمعارف والمهارات التى يمكن توظيفها فى ميادين الحياة العملية اليومية.

ولاشك أن البشر قد حاولو في أزمان موغلة في القدم أن يرسموا صورة عقلية لبيئتهم التي يعيشون فيها لمعرفة السمات الطبيعية التي يصادفونها حين يرتحلون عن اليابسة، والبحار، والأنهار. ويرجع ذلك إلى الحاجة إلى علامات الحدود هي طبيعة يختص بها البشر وحدهم، وإنما خاصية بذالك بها جميع الكائنات الحية، ومع ذلك فقد اجتهد الإنسان بما يملكه من قدرات أن يصور نطاق بيئته الحيوية بأشكال ثابتة على حوائط كهف، أو سماء شجرة، باستعمال أعواد بدائية، أو رسومات رمزية، ويرجع ذلك على ما يبدو إلى الحاجة إلى نقل أسرار دروب الصيد، أو منابع المياه، أو الحدود والأقنعة، أو المناطق الخطرة ما من جيل على جيل، ولعله يرجع أنيناً إلى الرغبة الغامضة في السيطرة عن طريق الفكر، على عالم كانت المناطق المجهولة فيه أكثر رحابة من المشاهد الطبيعية المألوفة، ومع نمو المعارف وتطور وسائل الإنتاج وآلات القياس وبالأخص زيادة إمكانيات التنقل، فإن الحاجة إلى تصوير البقاع المعروفة وشرحها كتابة حسب قواعد منهجية متزايدة، امتدت إلى قارات بأكملها، ثم إلى الأرض في مجموعها، وارتقت أساليب وتقنيات فن رسم الخرائط، شيئًا فشيئًا بفضل تفاني الرواد الذين امتدت جهودهم إلى عقود متوالية، ورغم الصعوبة والمخاطر التي لا تكاد نتصورها في وقتنا الحاضر، وقد زاد الاهتمام بالخرائط فى العقود الأخيرة نظرا لزيادة الحاجة إليها من عامة الناس، ومن جانب الطلاب والمهتمين بالعملية التعليمية بصفة خاصة وعلى الرغم من قدم استخدام الخرائط كوسيلة للاتصال بين البشر، فإن رسمها كان يعتمد أصلا على القياس المباشر للمسافات المرئية، وعلى أساس فكرة أن الأرض مسطحة الشكل. ومع زيادة معرفة الإنسان للمواقع الأبعد

تطورت أساليب التفكير فى شكل المحتويات والتصميم والتمثيل، وكان لاكتشاف القارات الجديدة دفعة نوعية وكمية للأساليب العلمية والتقنية، والكارتوجرافيا كما يدل عليها الاسم قد اشتقت من كلمتين يونانيتين هما Chartus وتعنى لوحة الورقة أو الخريطة و graphein بمعنى رسم أو وصف، وهذا يعنى أن الكارتوجرافيا المقصود بها علم رسم الخرائط وكانت النظرة إلى الكارتوجرافيا تقتصر على العمل اليدوي وعلى الخبرة فى مجال الرسم والنظرة الجمالية، بل وجعلت علم الكارتوجرافيا يعتمد على غيره من العلوم الأخرى، وأعتبر أن ما ينتجه الكارتوجرافى أقرب ما يكون إلى السلعة التى يستخدمها الجغرافى، ومن هنا حرمت الكارتوجرافيا من النظرية فى التنفيذ، وبالتالى اعتمد هذا المنتج على أساليب قياسية يختلف فيها كل كارتوجرافى عن الأخر ولكن مع التقدم التكنولوجى الكبير فى وسائل الرسم وأدواته عوض كثيرا من المهارات الفنية للكارتوجرافى وخاصة فى الفترة الأخيرة بعد أن أصبح الكمبيوتر بتطبيقاته وبرامجه المتعددة مثل برامج نظم المعلومات الجغرافية Geographic Information Systems والتي يتم تحويلها إلى نتائج مدعمة بالرسوم الإنشائية الرمزية أو التجريدية أو ما يسمى بالخرائط الموضوعية أو الخاصة Thematic Maps تمييزاً لها عن الخرائط الطبوغرافية الواقعية والتى لا يتعدى دور الأنسان فيها أكثر من تمثيل الواقع.

وتعد الخرائط أهم الوسائل العملية التى يلجأ إليها الجغرافى سواء كان دارساً أو معلما، وذلك لتعاظم وأهمية دورها، فهى الأداة التى يمكن أن توزع من خلالها المعلومات الجغرافية، ولعل هذه الحقيقة قد حذى ببعض الكتاب القول بأن الجغرافيا ليست شيئاً بدون الخريطة Geography is nothing but maps ومن الصعب علينا أن نتفهم أى حقيقة جغرافية دون الاستفادة بالخرائط. ويعد الجغرافى أكثر المتخصصين استخداما للخريطة فهى عدته وفيها يسجل المعالم الجغرافية المختلفة وملاحظاته عليها، وعليها يوزع الظاهرات الطبيعية والبشرية، فهى الوسيلة التى يستطيع عن طريقها التعبير عما يريد، وعما يرغب فى إظهاره من علاقات طبيعية وبشرية. أى أن الخريطة هى لغة الجغرافى وأداة التعبير عن النتائج التى يتوصل إليها ويذهب هنتر Hinter إلى أبعد من ذلك فيقول {إن النص الجغرافى يجب أن يكون مكملا للخريطة ومفسرا لها} ومن الطريف أن يحدد أرين رويز E-Raisz فى مقدمة كتابه Generl Cartography أن الكارتوجرافى ٥٠% جغرافيا و ٣٠% فنانا و ١٠% رياضيا

و١٠% أى شئ أخر}، وكما يقول برستون جيمس {إن من أهم ما أسهمت به الجغرافيا فى المعرفة البشرية إنما كان نتيجة لاستخدامها الخريطة فى التوزيع والمقارنة والكشف عن أنماط التوزيع العامة}.

وأخيرا ينبغى التأكيد على حقيقة وهى أن دراسة الخرائط وفهمها يعتمد على الكثير من التدريبات التى تكسب الطلاب والدارسين مهارات محددة يتعلق بعضها بالمقدرة على أدوات الرسم وتطويعها ليده، ويتعلق البعض الآخر بالدقة من ناحية، والذوق الرفيع من ناحية أخرى ، فإذا كانت الخريطة تعتمد فى رسمها على بعض القواعد والقوانين العلمية التى تندرج جميعها تحت علم الكارتوجرافى، فإن رسم الخريطة يتطلب من الجانب الآخر - والذى لا يقل أهمية عن السابق - بعض من الحس والتذوق الفنى.

ويضم هذا الكتاب بين دفتيه عشرة فصول، فضلا عن ملحقا يشمل بعض القوانين الرياضية والمقاييس المستخدمة فى حساب المساحات والحجوم.

وقد تعرض الفصل الأول لدراسة تطور علم الخرائط عبر الفترات الزمنية المختلفة، بينما تناول الفصل الثانى أهم الأدوات المستخدمة فى رسم الخرائط، فى حين تعرض الفصل الثالث لأساسيات الخريطة. أما الفصل الرابع فقد أشتمل على دراسة لأنواع الخرائط سواء حسب الغرض أو الموضوع أو حسب مقياس الرسم، بينما اشتمل الفصل الخامس على دراسة لقياس الأبعاد على الخريطة، وقد جاء الفصل السادس تحت عنوان تكبير وتصغير الخرائط، وقد تعرض الفصل السابع لدراسة مساقط الخرائط من حيث أنواعها وخصائص كل منها، بينما تناول الفصل الثامن دراسة الخرائط الطبوغرافية، فى حين عالج الفصل التاسع موضوع الخرائط الكنتورية، بينما تناول الفصل العاشر والأخير دراسة الخرائط الجيولوجية.

وفى النهاية أتمنى من الله أن أكون قد وفقت بهذا العمل المتواضع خدمة للعلم والوطن.

وعلى الله قصد السبيل إنه نعم المولى ونعم النصير

دكتور حسام الدين جاد الرب

القاهرة ٢٠١٢

المحتويات

الفصل السادس

الفصل السابع

الفصل الثامن

الفصل التاسع

الفصل العاشر

فهرس الأشكال

الفصل الأول

تطور علم الخرائط

مقدمة:

لعب الخيال دورًا رئيسيًا في تاريخ رسم الخرائط فقبل القرن الخامس قبل الميلاد بزمن طويل حين وجد علماء الإغريق أن الأرض كروية، وأن الناس في بقاع الأرض النائية لم يصل إليها علمهم كانوا يتخيلون شكل الأرض التي يعيشون فوق أديمهـــا أي الأزتك، العالم بنثابة خمسة مربعات، ويراها أهالي بيرو القدامى على شكل صـــندوق، الموسون القدامى أو هي على شكل بيضه، كذلك بعض الصينيين القدامى يعتقدون أن الأرض كرويه، سخروا فمن يطنون أنها مسطحة ومربعه تطفـــو داخـــل الـــسموات المستديرة، وفي اليابان قبل أن يأتيها المبشرون المسيحيون عند منعطف القرن السابع عشر ومعهم فكرة أن العالم مستدير، يبدو أنه كان يوجد بها على الأقل نظرية تقول أن الأرض شكلها مكعب[1]، وقد عرف الإنسان الخرائط منذ زمن بعيد حيث تبين احتياج الإنسان إليها فوجدت خرائط مرسومة على البردى من عهد الأسرة التاســعة عــشرة المصرية، منها ما يبين مكان أحد المناجم، ومنها ما يبين حـــدود بعــض الملكيـــات الزراعية، كما وجدت خرائط منقوشة على الصلصال بين آثار البابليين.

وعرف الصينيون الخرائط منذ القدم، وعرفها سكان أمريكا الأصليون والإسكيمو وسكان جزر المحيط الهادى غير أن هذه الخرائط كانت بوجه عام لمساحات محــدودة من الأرض تستخدم للأغراض العلمية، كخـــرائط تحديـــد الملكيـــات، أو الإنـــشاءات المعمارية كالمعابد والقصور وما يتبعها من مرافق، أو خرائط شبكات الرى والصرف والطرق، أو خرائط الخطط الحربية وساحات القتال.

---

(١) كاترين ديلانوسميث: تصور العالم، مجلة اليونسكو، العدد٤٤، يونيو ١٩٩١م، ص ١٢.

وتجدر الإشارة إلى أن أقدم خريطة حقيقية في العالم هي خريطة ترجع إلى حوالي عام ٦٠٠ ق.م، قد استخرجت في أعمال التنقيب عن الآثار التي جرت عام ١٩٦٣م في موقع " تشاتال هوبوك " Catal Huyuk في الجزء لقرى من وسط تركيا، وموضوع هذه الخريطة هو البلدة التي كانت تحمل هذا الاسم في العصر المجري الحديث، والخريطة مرسومة على جدار، وتوضح الشوارع والمنازل بشكل تخطيطي، وتقع البلدة تحت سطح جبل "هذان داج" وبركانه الثائر، ومع هذه الخريطة التي تمثل تخطيطاً مطابقًا للبلدة التي أكتشف بها بعض الشبه بالتصميمات الحديثة، إلا أن الغرض منها مختلف كل الاختلاف، وكان الموقع الذي استخرجت منها مزارًا، أو غرفة مقدسة، والصورة المرسومة جزءً من تحمل شعائرى أو أنتاجًا وقتيًا لم يقصد به أن يبقى إلى ما بعد زمانه(١).

الخرائط القديمة:

الخرائط عند البابليين: يعد البابليين أول شعب سبق باقى شعوب العالم إلى عمل خرائط لخدمة الأغراض العلمية. فقد وجد فى آثارهم خريطة من الصلصال للعالم كما يتصورنه ترجع إلى ٢٥٠٠ سنة ق.م(٢) وكانوا يتخيلون الأرض قرصاً مسطحاً مستديرا، يحده من الشمال سلسلة من الجبال العالية، وتحيط بها من كل الجهات مياه البحر المحيط.

وتوجد هذه الخريطة ألان فى متحف الدراسات السامية بجامعة هافارد بالولايات المتحدة الأمريكية Semitic Museum of Harvard university وقد اكتشفت هذه الخريطة فى حفائر مدينة جاسور Gasur التى تقع إلى الشمال من بابل بنحو ٢٠٠ ميل.

ومن أهم ما أضافه البابليين إلى فن صناعة الخرائط هو تقسيم الدائرة إلى درجات وكان أساس الأعداد يعتمد على الرقم ١١ ولهذا السبب يرجع تقسيم الدائرة إلى ٣٦٠ درجة ٦٠ دقيقة والدقيقة إلى ٦٠ ثانية. وأن أول تحديد لطول السنة الشمسية كما حسبه

(١) ج . ب. هالى: القصة الجديدة لفن رسم الخرائط، مجلة اليونسكو يونيه ١٩٩١م ص ٧.

(٢) Hassan, S.H., Geographical Texts and research works in English, Cairo 2002, P. 20

الفلكيين البابليين هو ٣٦٥ يوماً، و١٥ دقيقة و٤١ ثانية ومما يجذب انتباهنا إلى هذه الآثار وجود الاتجاهات الأصلية فى مواقعها الصحيحة بالنسبة لبعضها ولـذا يمكن القول بأن البابليين هم الذين بدءوا محاولات تحديد الاتجاهات على الخرائط وقد كان لهذه المحاولات الأثر الكبير على صناعة الخرائط فيما بعد[١]. ويوضح الشكل رقم (١) نموذج للخرائط البابلية.

الخرائط عند المصريين:

تعد الخرائط المصرية أول خرائط فى العالم ترسم على أساس القيام بعمليات مساحية سابقة، إذ كان يلزم لجباية الضرائب تحديد مساحات الأراضى المزروعة مما كان يتطلب القيام بهذه العمليات المساحية ورسم الخرائط على أساسها. ولهذا فقد استخدمت الرياضيات مبكرة لقياس أبعاد أحواض الأراضى لتقدير حدودها بعد فيضانات النيل.

وكان قدماء المصريين يقوموا بصناعة الخرائط من الأخشاب أو الأصداف، أو من الصلصال، أو يقوموا برسمها على الجلود[٢].

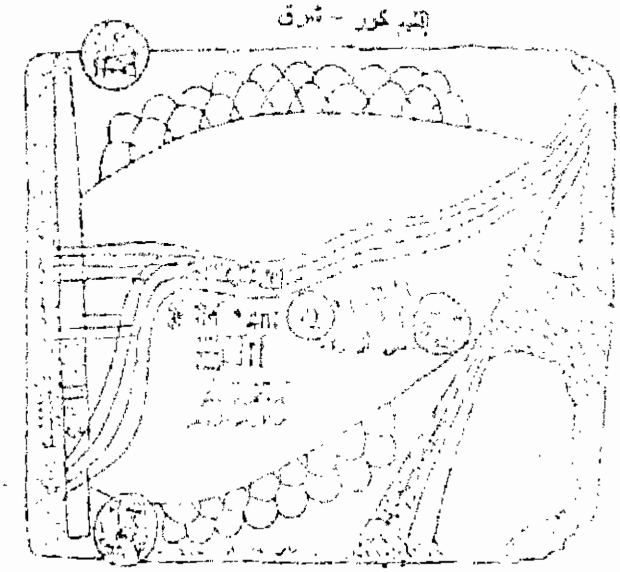
ولعل أقدم خريطة مصرية موجودة فى الوقت الحاضر، تلك المرسومة على ورق البردى ومحفوظة بمتحف لورين بإيطاليا وترجع إلى عام ١٣٢٠ ق. م وهى توضح أحد مناجم الذهب المصرية فى بلاد النوبة، وقد ظهر فيها أهم الظاهرات الطبيعية والبشرية فى المنطقة مثل قمم الجبال والوديان والطرق والمبانى. كذلك تلك الخريطة المرسومة على ورق البردى وتوضح الطريق الذى عاد منه سيتى الأول بعد حملته الناجمة على بلاد الشام، وهى تمثل المنطقة فيما بين الفرما وهليوبوليس وفيها تبدو القناة التى كانت تربط النيل ببحيرة التمساح[٣] ويوضح الشكل رقم (٢) نموذج للخرائط المصرية.

---

(١) محمد فريد أحمد فتحى: محاضرات فى الخرائط والمساحة، دار الرشاد الطباعة والنشر الإسكندرية ١٩٨١ ص. ص ٨ ــ ٩.

(٢) Mirro Getis , A others , Introduction to Geo graphy , Times Higher Education Group, Inc. London 1996, P. 20

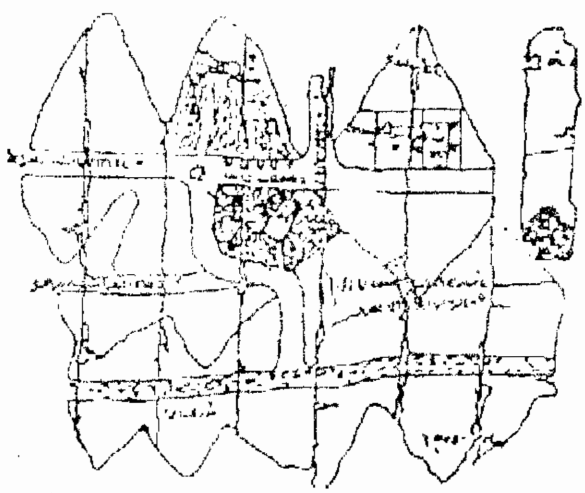
(٣) محمد فريد فتحى، مرجع سبق ذكره ص ص ١٠ – ١١.



عن: أحمد الشريعي

شكل (١)

نموذج للخرائط البابلية



عن: صبحي عبد الحكيم، ماهر الليثي

شكل (٢)

نموذج للخرائط المصرية القديمة

الخرائط عند الإغريق :

أخذ الإغريق الأوائل فكرة الخرائط عن البابليين، وتقدمت العلوم الجغرافية على أيديهم حين أخذوا يجوبون البحار وينشئون المستعمرات والمستوطنات وقد كان لمدينة ميليتوس الإغريقية وحدها ستون مدينة تتبع (المدينة الأم) متناثرة بين الشاطئ الشرقى لأسبانيا وأقصى الشمال من سواحل البحر الأسود، وأصبحت ميليتوس - لهذا النشاط السياسى والتجارى الكبير - مركزًا لنشاط علمي زاخر ظهر أثره فى العلوم الجغرافية ومنها علم رسم الخرائط ويتبين من خرائط ذلك العصر أن صورة العلم لدى الجغرافيين الإغريق كانت مشابهة لما تصوره البابليون من قبل: قرص مستدير من الأرض تحيط به مياه البحر المحيط، وفى وسط الأرض تقع بلاد الإغريق، ومما يؤخذ على تلك الخرائط تصور أن العالم مكون من قارتين اثنين، هما أوروبا وأسيا، وأن بحر قزوين متصل بالبحر المحيط.

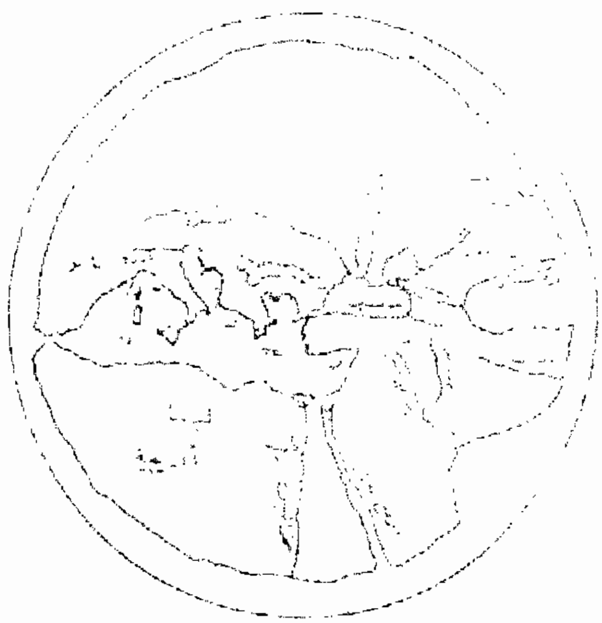
ومن أوائل من ألفوا فى علم الجغرافيا ورسموا خرائط العالم المعروف لذلك العصر طاليس، وأناكسمندر، وهيكاتايوس، حوالى عام ٥٠٠ ق . م، وكان طاليس Thales المالطى هو مؤسس المدرسة الأيونية Ionian school (٥٨٠ ق. م)، وهى أولى المدارس التى ساهمت فى الجغرافية العملية، ومن المعروف أنه زار مصر وأسس علم الهندسة القياسية بناء على القواعد العملية لمسح الأرض، وقد اعتقد أن الأرض على هيئة قرص يعوم فى ماء[1].

ويبدو أن أناكسماندر Anaximandar الذى تبعه كان أول إغريقى يقوم بعمل خريطة للعالم، وكان أيضًا أول من لاحظ أن السماء تدور حول النجم القطبى وأن الأرض احتلت مكاناً وسطا، وقد مثلت الأرض بإسطوانة مفرطحة تعوم مع القبة السماوية، وتحيطها نطاقات من الماء والهواء والنار، وفى رأيه أن الشمس والقمر والكواكب قد تحركت حول (النار المركزية) وفى نفس الاتجاه ولكن فى أوقات مختلفة. وكان هيكاتايوس Hecataeus الملطى (٥٠٠ ق. م) والذى اشتهر بأنه (أبو الجغرافيا) لديه أفكار جغرافية أوضح، وأن الكتاب الذى ينسب إليه بعنوان Periode أو

---

(١) س. م. ضياء الدين علوى: الجغرافيا العربية فى القرنين التاسع والعاشر الميلاديين، تعريب: عبد الله يوسف الغنيم، طه محمد جاد، دار الدنى جدة ١٩٨٤ ص ص ٢٦ - ٢٧.

(دوران الأرض) يمثل أول محاولة لوصف العالم آنذاك وصفًا منظمًا، وقد قسم هـــذا الكتاب إلى جزأين، تناول الأول أوروبا والثانى أسيا وأفريقيا وقد احتـــوت الخريطـــة شكل (٣) التى يفترض أنها كانت ترافق هـــذا الكتـــاب علـــى اتجاهـــات المدرســـة الأيونية(١). وبعد ذلك جاء هيرودوت (أبو التاريخ) (٤٨٤ - ٤٢٥ ق. م) فأضاف إلى علوم السابقين خبرة واسعة اكتسبها من رحلاته التى استغرقت أعوامًا طـــوالا جـــاب خلالها أرجاء العالم المعروف حينذاك، من جبال القوقاز ووراء نهـــر الـــدانوب فـــى الشمال إلى أسوان فى الجنوب، ومن بابل فى الشرق إلى أقصى المغرب الأفريقـــى. وقد صحح هيرودوت كثيرًا من أخطاء السابقين، وذلك لأنه رأى بعينيه خلال رحلاته ما فاتهم رؤيته، فضلا عن علمه بالتاريخ قد اطلعه على ما وفق الرحالة القدماء مـــن رحلات وصلوا بها إلى بلاد الهند برا، وما وفق له ملاحـــون آخـــرون داروا حـــول إفريقيا بل وصلوا بلاد الهند بحرا.



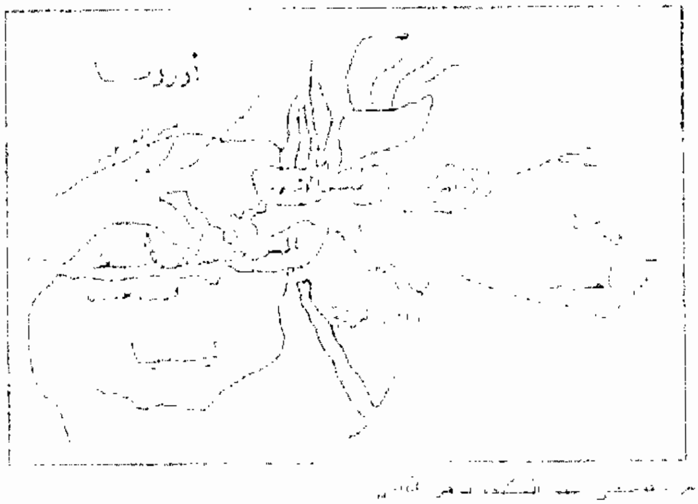
عن: احمد الشريعى

شكل (٣)

خريطة العالم لهيكاتيوس

(١) .Keltie & Howarth., History Of Geogralhy, Lonon 1913,PP, 12

وتوضح الخريطة رقم (٤) خريطة العالم عند هيرودوت، ثم جاء الإسكندر المقدونى الملقب بالإسكندر الأكبر (٣٥٦-٣٢٣ ق. م) الذى لم يكد يبسط سيطرته على بلاد الإغريق حتى شرع يفتح جميع البلاد التى كان لها الأثر فى بناء حضارات العالم القديم.



شكل (٤)

خريطة هيرودوت

ولم يكتب شيء من خلود الذكر للإسكندر ما كتبه له إنشاؤه مدينة الإسكندرية التى وضع حجر أساسها فى شتاء عامى ٣٣٢ - ٣٣١ ق. م. ولم تلبث الإسكندرية إلا قليلا حتى أصبحت مهبط مختلف العلوم والثقافات. ويقال إن مكتبتها كانت تضم نصف مليون مجلد فى جميع فروع العلم والمعرفة، وزادت فتوح الإسكندر الباحثين علماً، حتى استطاع إيراتوستين[١] حوالى عام ٢٢٥ ق. م، أن يقيس محيط الكرة الأرضية فلا يتجاوز الرقم الصحيح إلا بفرق ضئيل.

ويبدو أن فيثاغورث (٥٨٢ - ٥٠٧ ق.م) كان أول من تبين كروية الأرض، غير أنه ظنها مركز الكون، وأنها ثابتة تدور حولها سائر الأجرام. وفى القرن الثالث قبل الميلاد أعلن أريستاركوس موافقته على أن الأرض كروية، ولكنه أضاف أنها تلف حول محورها، وتدور حول الشمس وأن الشمس هى الثابتة.

(١) كان إيراتوستين العالم الرياضى الجغرافى الشهير أمينا لمكتبة الإسكندرية.

وحوالى عام ١٣٠ ق.م قام هباركوس أعظم علماء الرياضة والفلك الإغريق يؤكد كروية الأرض، وينعى على كل من سبقوه أنهم كانوا يحددون المواقع على خرائطهم تحديداً أساسه موقع معين آخر من سطح الأرض.

وكان هباركوس أول من قسم سطح الكرة الأرضية بشبكة مكونة من ٣٦٠ خطاً عرضياً و٣٦٠ خطاً طولياً، وحدد مواقع المدن فوق كرته الأرضية على أساس الأرصاد الفلكية، فكان بذلك أول من أرسى صنع الخرائط على قواعد علمية.

الخرائط عند الرومان:

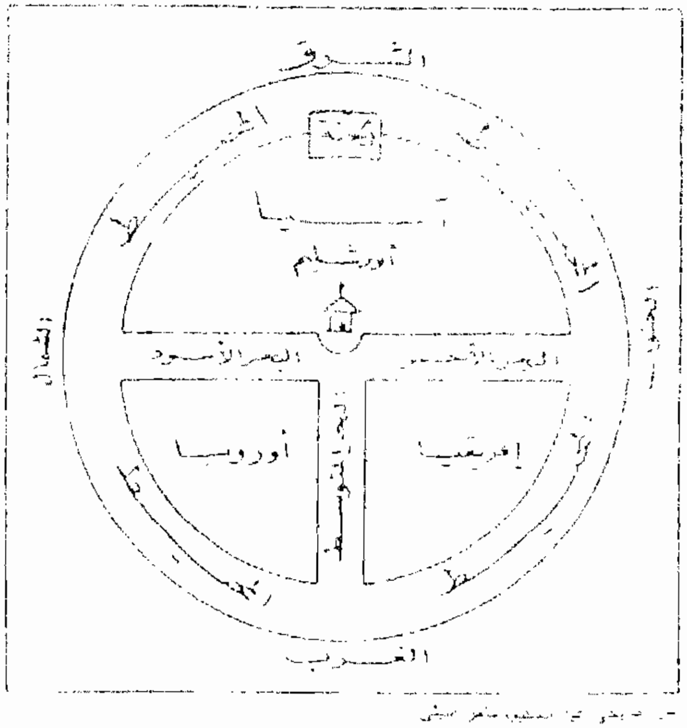
لم يكن للرومان مثل ما فطر الإغريق من شغف بالبحث العلمى الحر الطليق، فقصروا اهتمامهم على الخرائط التطبيقية النافعة للأغراض العلمية، وأنصرف اهتمام بعض النابغين منهم إلى نقل العلوم الجغرافية عن اللغة اليونانية إلى اللاتينية، فأسلموا هذا التراث الإغريقى المجيد إلى العاكفين على العلم المنقول فى أنحاء أوربا دون أن يضيفوا إليه جديدا[١].

وشغل الأوروبيون فى العصور الوسطى بهذه النصوص اللاتينية، ينسخونها مرة ويلحظونها أخرى حتى بليت بين أيديهم طوال ألف عام أصابها فيها العقم والكساد، وحين كانت العلوم الجغرافية تزدهر فى الإسكندرية، وحين وصلت البحوث الجغرافية النظرية فى بيزنطة إلى أعلى الآفاق، كان الرومان ينشغلون بخرائط هزيلة يستعين بها المسافرون فى ترحالهم أو يستخدمها جباة الضرائب فى أغراضهم، أو يستعملها القادة فى ساحات القتال.

وقد دعا اتساع الإمبراطورية الرومانية الإمبراطور أغسطس (٦٣ ق.م – ١٤ م) إلى التفكير فى ضرورة عمل خريطة تحيط بأطراف الإمبراطورية المترامية فعهد بذلك إلى ماركوس أحد قادته، فاستعان هذا بمئات من المساحين الذين ظلوا يعملون عشرين عاما كانوا يقيسون فيها الطرق المرصوفة التى بلغ طولها فى ذلك العصر ٥٠ ألف ميل، ويقيمون على جنباتها أعمدة من الحجارة وينقشون عليها أرقام المسافات،

(١) مؤسسة دار المعارف: أطلس المعارف (الوطن العربى والعالم)، الطبعة الثانية، القاهرة ١٩٧٥، ص ٤– ٥.

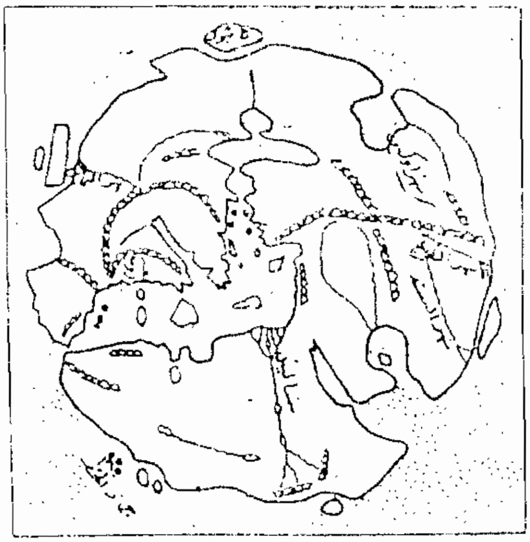
ويثبتون هذا على خريطة كبيرة ظهرت بها البحار والأنهار والطرق والقــرى، بــل المعابد والحصون والقصور، ونقشت الخريطة الرئيسية على لوح من الرخام ثبت فوق قاعدة أقيمت فى ميدان من اكبر ميادين روما، ولم يحفظ لنا التاريخ من هذه الخريطة إلا صورة واحدة من آلاف الصور التى نسخت عن الأصل، ويرجع تاريخها إلى عام ١٢٦٥، مقاسها ٣٤ X ٦٨٢ سم، وقد رسمت بالألوان على الرق، وهى محفوظة حتى اليوم بمكتبة فينا، وعرفت فى التاريخ بأسم (جداول بــوتنجر). (١٤٦٥- ١٥٤٧ م)، وهو الرجل الذى كانت هذه الخريطة فى حوزته منذ عام ١٤٩٤م



شكل (٥) نموذج للخرائط الرومانية

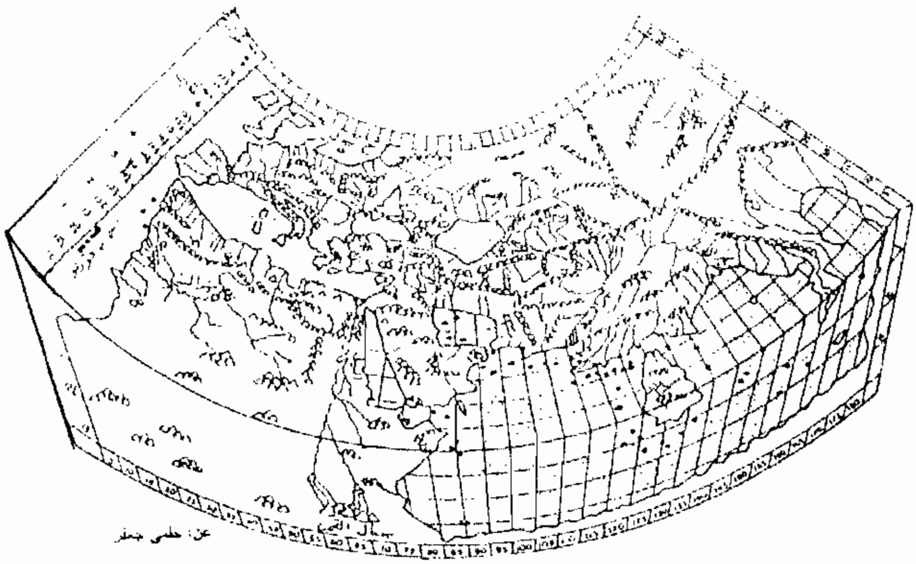
وتوضح الخريطة رقم (٥) نموذج للخرائط الرومانية. ولما كان الغرض من هذه الخريطة عمليا، هو حصر المناطق والبلاد التى تضمها الإمبراطورية الرومانية، فإن المساحات والنسب نلاحظ فيها حتى نجد البحر المتوسط ضيقا كأنه القناة، والنيل وقــد سار من الغرب إلى الشرق فهى بهذا أكثر شبها بجداول البيانات والمعلومــات منهــا

بالخريطة الجغرافية. ويوضح الشكل رقم (٦) الخريطة الرومانية (كوكب الأرض). وإذا كانت خريطة الإمبراطور أغسطس التى استغرق عملها عشرين عامًا قد كفلت له سد احتياجات عملية نافعة لذلك الوقت، فهى لم تحدث أثرًا علميًا ذا شأن حيث سميت منذ زمن بعيد بالجداول، أما الآثار العلمية الباهرة فقد كانت ثمرة للبحوث النظرية الحرة الطليقة التى حملت لواءها مدرسة الإسكندرية، وكان بطليموس السكندرى - العالم الرياضى الفلكى الكبير - ألمع علماء هذه المدرسة حوالى منتصف القرن الثانى الميلادى، ففى مرصد أقامه بطليموس فوق سطح أحد المعابد بالإسكندرية قام بتأليف مؤلفه الذى عرف باسم "الفلكى الكبير" Homegas astronomas وترجمه الفلكيون العرب للخليفة المأمون عام ٢١٢ للهجرة (٨٢٧ للميلاد)، وعربوا اسمه بصيغة التفضيل فى اليونانية "Megiste"، وأضافوا إليه أداة التعريف فى العربية، فصار يعرف عندهم بالمجسطى أى "الفلكى الأكبر"، وقد ظلت أوروبا لا تعرف شيئًا عن هذا الكتاب الجليل حتى أواخر القرن الثانى عشر الميلادى حين ترجم من العربية إلى اللاتينية ترجمات كثيرة كانت أولها عام ١١٧٥، ونقل المترجمون أسمه بصيغته العربية، فصار يعرف إلى اليوم فى اللغات الأوروبية جميعها باسم "Almagast"، ويقع المجسطى فى ١٣ مجلدا، وقد ظل ما حواه ذلك الكتاب من علوم الرياضة والفلك سائدًا.



عن: حلمى جعفر

شكل (٦) الخريطة الرومانية (كوكب الأرض)



شكل (٧) العالم كما رسمه بطليموس (١٥٠م) من خريطة رسمت فى العصور الوسطى ونشرت فى روما عام ١٤٩٠ لاحظ التفاصيل الكثيرة المرسومة

ومسيطرًا على تفكير الباحثين نحو ما يقرب من أثنى عشر قرنًا من الزمـــان[١]. ويعتبر كتاب الجغرافيا Geographike هو الكتاب الذى قامت عليه شـــهرة بطليمـــوس الجغرافية ويتكون الكتاب من ثمانية مجلدات من بينها المجلد الثامن وهو عبارة عـــن أطلس خريطة للعالم المعروف حينذاك، ثم خرائط أخرى تفصيلية لقارات العالم القديم، والقيمة التاريخية لكل ما يذكر اليوم من أمثال هذا الكتاب تزيد كثيرًا عن قيمتها العلمية عندما تقاس بمعايير العصر الحديث.

وتوضح الخريطة رقم (٧) العالم كما رسمه بطليموس.

الخرائط عند الفرس:

ساد الاعتقاد بين الفرس القدماء أن الأرض على هيئة دائرة مسطحة مع أنه ليس من الواضح تمامًا ما إذا كانت الكلمة الأفستية "سكارينا" "Skarena" تعنى مجرد الشكل الدائرى أم الشكل الكروى، ومن المؤكد أنه فى عصور متـــأخرة تبـــين الفـــرس أن

(١) المرجع السابق، ص ص ٥-٦.

الأرض على شكل كروى، ومن هنا ظهرت خرائط الفرس على شكل مستطيل، وكان من المعتقد أن الأرض تتكون من سبعة أجزاء أوعوالم السبعة وهى التى أعطيت اسم كشور Kishwer، وكانت هذه الكشورات السبعة بأسماء[1] أرزه Arzeh، شاقه Shaveh، فردادفه Fardadfeh فدادفه Vidadfeh، فورويرشت Vorobresht، فوروزرشت Vorozeresht، خونرزبامى Khounrezbami. وكان من ضياء المعتقد أن الأخير يوافق جزيرة "جامبو دويبيا" (أو العالم الرئيسى) عند الهنود، وكان يحيط هذا العالم من الشرق والجنوب والغرب بحر سمى "زارى فاراخند" بينما يوجد جبل مرتفع فى الشمال.

الخرائط فى العصور الوسطى:

أولا: الخرائط الأوروبية:

تدهورت الكثير من الأفكار الخاصة بالجغرافيا وبدأت الكنيسة تتدخل فى تفسير الكثير من البيانات، وبدأت تدخل فى الخرائط الكثير من المعتقدات الدينية، وبدأ الاهتمام بتوقيع الأماكن المذكورة فى الكتاب المقدس على الخرائط، والتى كانت تبدو فى شكل قرص دائرى تحاط به المياه تتوسطها مدينة أورشليم، وكانت معظم الخرائط تلتزم الأشكال الهندسية المنتظمة خالية من التعاريج، وظل الحال هكذا حتى نهاية القرن الرابع عشر وبداية القرن الخامس عشر الميلادى حيث، بدأت نهضة خرائطية تبرز فيها مجهودات الجغرافيين العرب والمسلمين الذين نقلوا واستوعبوا التراث اليونانى وأضافوا إليه[2] شكل (٨).

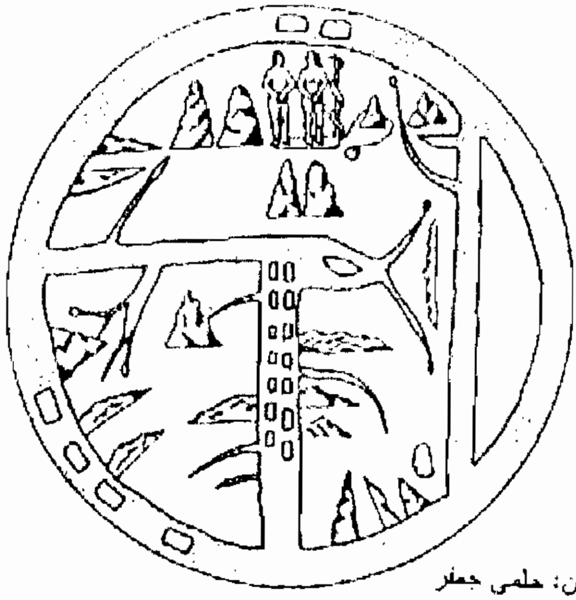
وثمة نمط جديد من الخرائط وهو "دليل السواحل" ظهر في القرن الثالث عشر والرابع عشر، ويمتاز هذا الدليل الي كان معدًا في الأصل لاستخدامه في البحار، بنظام من خطوط تتشعب من مركز تابعًا لاتجاه الريح أو نقاط البوصلة التي يباين تتبعها مع الاسترشاد بالبوصلة، وتقدير المسافات[3].

---

(١) س. م ضياء الدين علوى: الجغرافيا العربية، مرجع سبق ذكره ص ٢٥-٢٦.

(٢) محمد صبرى محسوب، جودة فتحى التركمانى: أسس الجغرافيا العامه، كلية الأداب، جامعة القاهرة ٢٠٠٣، ص ٣٦٠.

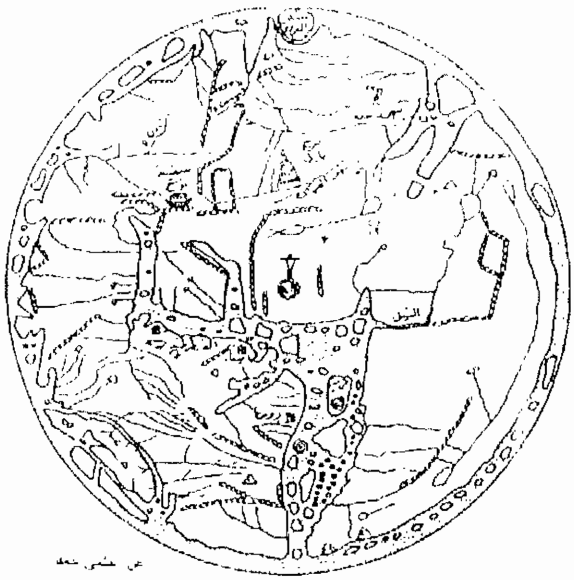
(٣) الفريد بنهيروماركس: رواد المحيط، مجلة اليونسكو، يونيه ١٩٩١ ص ٢٤.



شكل (٨) خريطة العالم في القرن الحادي عشر عن أصل بمكتبة تورين بإيطاليا

وقد شهدت العصور الوسطى تقدمًا طفيفًا في صناعة الخرائط، ومع نهاية هذه الفترة ظهرت خرائط يطلق عليها خرائط القطران، وقد رسمت هذه الخرائط على جلد الماعز، وأصبح الكثير من الناس يطلبون مثل هذه الخرائط في ذلك الوقت، نظرًا للإقبال عليها من قبل التجار والرحالة وقبطان السفن في العديد من المدن الأوروبية مثل جنوة وبيزا Pisa وفينيسيا وبرشلونه حيث استطاع هؤلاء أن يجمعوا المزيد من المعلومات عن البلدان وطرق التجارة والموانى وغيرها وكان لكبار مصممي الخرائط في حوض البحر المتوسط وقتئذ هم الإيطاليون وبالأخص الجنويين والفنيون، والقطالونيون، والميورفيون. وينسب "الأطلس القطالوني" وهذا أشهر أطالس ذلك العصر إلى مدرسة إبرهام كريسك Abrahm Cresqus وهو رسام خرائط من ميورما، ومن أهم الخرائط ذلك خريطة هيرفورد Herford شكل (٩) التى رسمت فى نهاية القرن الثالث عشر (عام ١٢٨٠) وهى من أشهر الخرائط المستديرة التى تمثل العالم على شكل قرص تمتد بداخله البحار المشهورة مثل البحر المتوسط والبحر الأحمر والبحر الأسود، ويحيط به الماء من جميع الجهات، وقد رسمت جزيرة فى أقصى الشرق يحتمل أن تكون جزيرة سيلان تمثل الجنة، وتمجيدًا لهذا الموقع جعل الشرق فى أعلى الخريطة، ولعل أبرز ما تمتاز به هذه الخريطة مساحتها إذ يصل قطرها إلى

اكثر من خمسة أقدام، كما تمتاز بكثرة ما تحويه من الرسوم الدينية المسيحية فقد حليت بالكثير من الكنائس والأبراج، كما جعل بيت المقدس (أورشليم) في مركز العـــالم(١). ومن الخرائط الهامة التي ظهرت في خلال هذه الفتـــرة خريطـــة قـــام الإمبراطـــور شارلمان برسمها على أطباق من الفضة، وهذه الخريطة توضح أجـــزاء مـــن ســـطح البحر، وتسجل الحدود السياسية، كما إلى اتجاهات المـــسافرين(٢) وقـــد كـــان تـــأثير بطليموس قويًا في أوروبا خلال العصور الوسطى حتى أنه بعد نحو ١٧٠٠ عام من رحيله اعتقد كولمبس انه عليه أن يبحر أكثر من ٢٤٠٠ ميل بحرى فقط (٤٤٠٠ كم) حتى يصل إلى آسيا من أسبانيا، والمسافة الحقيقية هى ألف ميل بحرى (٢٠٤٠٠ كم)، وبدلا من الوصول إلى كاثى Cathay والهند كما هو مخطط للرحلة اكتشف كـــولمبس أمريكا، وقد شجعت رحلات ماركو بولو Marco Polo,s إلى الـــصين علـــى تطـــور الخرائط، ومن المحتمل أنها ساهمت في ظهور عصر الكشوف الجغرافية وقيام الكثير من المستكشفين من أمثال كولمبس، فاسكودى جاما، وماجلان، خـــلال الفتـــرة مـــن (١٤٠٠ـــ ١٥٠٠م) باكتشاف أجزاء كثيرة من العالم.



شكل (٩) خريطة كاتدرائية هيرفورد من القرن الثالث عشر

(١) محمد فريد فتحي. مرجع سبق ذكره، ص ١٠.

(٢) Getis, A, & Others, Op. Cit., P. 20.

ثانياً: خرائط العرب والمسلمين:

أنطلق كثير من الرحالة العرب والمسلمين فى أرجــاء الأرض يجوبــون منهــا المعمور والمغمور، ويضربون فى المعلوم من البحار ولا يخشون المجهــول. وهــم يصفون ما يرون، ويقيدون ما يرويه عليهم أهل العلم من ذوى الثقة، ويؤلفون فى ذلك الكتب ويرسمون الخرائط، ويخلفون تراثا عربيا فى العلوم الجغرافية والرحلات يزيد كثيرا على مجموع ما خلفته سائر اللغات حتى عصر النهضة، سواء كان ذلــك مــن حيث القدر أو من حيث المقدار.

وقد استخدم المسلمون عدة تسميان للدلالة على الخريطة أهمها كلمة (جغرافيــا) التى كانت تعنى عند بداية اهتمام المسلمين بهذا العلم مجرد (خريطة لــسطح الأرض. كذلك استخدموا كلمة صورة للدلالة على الخريطة كمــا ورد فــى كتــب المدرســة الكلاسيكية. كما استخدمت كلمة خارطة وشاع استخدامها بعد ذلك.

وقد عرف المسلمين طرق نقل الخريطة من السطح الكروى على لوحة مــستوية أطلقوا عليها اسم التسطيح وهو ما يقابل المساقط فى العصر الحديث.

وهناك عوامل لعبت دورًا كثيرًا فيما وصلت إليه نهــضة العــرب فــي العلــوم الاجتماعية وما يتبعها من تقدم في فن الخرائط يمكن أن نوجزها فيما يلي(١):

١- انبعثت عناية العرب بالعلوم الجغرافية من واقع حياة الترحال التي كانوا يحبونها، ولذلك فإننا نلمس آثارًا عربية ذات صلة بمسائل جغرافية من قبل أن يحين مولــد الجغرافية العلمية عند العرب.

٢- أصبح العرب بعد الفتح سادة كثير من المناطق التي كانت مهد المدنية مثل أرض الجزيرة (ما بين الشهرين) وفارس ومصر، ومن ثم كان الفتح والتوسع يفــسحان المجال للسلام والحضارة.

٣- اهتمام الحكومة المركزية بدراسة أحوال البلاد التي تتكون منهــا الإمبراطوريــة الإسلامية محاولة منها أن يكون تقدير الضرائب تقديرًا دقيقًا وأن يكــون نظــام الحكم نظامًا سليمًا.

(١) محمد صبحي عبد الحكيم: الخرائط العربية، مجلة اليونسكو، العدد ٤٤، يونيه ١٩٩١، ص ١٦ – ١٨.

٤- تشجيع الخلفاء للبحث والدراسة، لاسيما الخليفة المأمون الذي تقاضى منه المترجمون نقل تبهم ذهبًا.

٥- قيام منافذ علمية شريفة بين مراكز الثقافة الإسلامية المتناثرة من الأندلس حتى حدود الصين.

٦- كان لانتشار الإسلام نفسه اثر كبير في تقدم العلوم حيث يمضي الدين على طلب العلمي.

٧- بانتشار الإسلام سادت اللغة العربية، فأدى تجانس التعبير إلى جانب تجانس التعبير إلى جانب تجانس الاعتقاد الديني إلى نمو الاعتقاد الديني إلى نمو العلوم وتقدمها.

٨- نظام الصلاة تطلب العناية بدراسة طرق تحديد القبلة من مختلف جهات الإمبراطورية وكذلك تحديد مواعيدها بدقة فضلاً عن الحاج إلى حساب مواعيد الصوم والحج. فدفعت شعائر الإسلام العرب إلى الاهتمام بالدراسات الفلكية.

٩- قدر الدين الإسلامي متاعب السفر فخفف عن المسلم بعض الواجبات الدينية في الصلاة والصوم مما شجع المسلمين على القيام برحلاتهم العلمية.

١٠-كان للحج أثر كبير في تقدم المعرفة الجغرافية عند العرب فقد كانت فترة الحج فترة فراغ من أعباء الحياة تتيح للعرب فرصة أوسع لتبادل الخبرات عندما يتلقون بغيرهم من المسلمين من أجناس مختلفة قدموا من بيئات طبيعية واجتماعية متباينة. كما كانت رحلة الذهاب والإياب إلى الحجاز تستغرق وقتًا طويلاً بما عرف عن بطء المواصلات في العصور الوسطى ومن ثم يمكن اعتبار هذه الفترة تفرغ لرحلة دراسة عظيمة.

١١-باتساع الإمبراطورية تولدت الحاجة إلى تكوين جهاز للبريد وشبكة للطرق فكان هذا دافعًا لظهور كتب تعالج موضوع "المسالك والممالك" لابن فرداذية والاصطخرى وابن حوقل.

١٢-بانتشار الطرق ازدهرت التجارة وامتد نشاط التجار العرب خارج الإمبراطورية نفسها، وقد دون كثير من التجار مشاهداتهم في البلاد الأجنبية.

١٣- كان لازدهار التجارة أثر في توفر الأمور الطائلة لدى العرب مما شجع طـلاب العلم وعشاق الرحلات على القيام برحلاتهم.

١٤- لا يجب أن ننسى ما كان لنظام الوقت على أعمال الخير من أثر في تشجيع العلم والدراسة.

١٥- كان للعروبة هيبة في سائر أنحاء العالم فكان العرب المسافرين يلقون من كـرم الضيافة وحُسن المعاملة ما حبب غليهم الرحلات والأسفار.

١٦- أدت معرفة العرب لبعض الأجهزة المساحية على تسهيل أسفارهم، فقد أختـرع العرب الاسطرلات، الذين عزوا اختراعها إلى بعض الأجانب وهم على الأرجح المسلمون.

١٧- كانت الرحلات هدف كثير من العرب، وإذا كان معظمهـم قـد زار الأمـاكن المقدسة فإن الحج كان يأتي أحيانًا كثيرة عرضًا. وكل هؤلاء الرحالـة أودعـوا خلاصة تجاربهم في قصص رحلاتهم حيث تنتشر المعلومات الجغرافية القيمـة بين ثناياها، ومن بين هؤلاء الرحالة كثير من صناع الرائط مثـل ابـن حوقـل والمسعودي والإدريسي.

ويعترض دراسة الخرائط العربية بعض الصعوبات أهمها(١):

١) ضياع الكثير منها بسبب الإهمال وتعرض الأقطار الإسلامية للغزوات الـصليبية والمغولية فيما بين القرنين الخامس إلى التاسع الهجرى ومثال ذلـك مـا حـدث لخزانة كتب بغداد عام ٨٠٣ هـ على يد المغول.

٢) ضياع نسخ الكتب والتى تبين أن النساخ كـانوا يغيـرون ويحرفـون الخـرائط المصاحبة لها بسبب عدم قدرتهم على رسم الخرائط من ناحية، أو الرغبـة فـى إضافة ما يرونه من ناحية أخرى. ويبدوا ذلك واضحا إذا ما قارن بين عدد مـن النسخ للمخطوط الواحد. مثال ذلك الاختلافات التى تظهر مـن خـرائط النـسخ الثلاث لمخطوطة الإصطخرى والمحفوظة بدار الكتب المصرية.

٣) بعض الخرائط كانت ترسم منفصلة عن المتون مما عرضها للضياع مثال ذلـك كما نعتقد خرائط العالم ابن سعيد المصاحبة لكتابه (جغرافيا).

٤) بعض الخرائط لم تنشر إلى الآن ويحتفظ بها فى بعض المكتبات العالمية.

(١) هيام سليم: تطور الفكر الجغرافي. كلية البنات، جامعة عين شمس. القاهرة ٢٠٠١، ص ٦٢.

وقد تزايدت أهمية الخرائط فى العصر الإسلامى للأسباب الآتية:

١ــ اتساع مساحة الدولة الإسلامية من المغرب والأندلس غربا حتى الهند وجزر جنوب شرق أسيا وأهمية التعرف على المناطق المفتوحة من واقع الخرائط.

٢ ــ أهمية الخريطة فى التخطيط للمعارك الحربية.

٣ــ تنظيم البريد احتاج إعداد رسوم للطرق التى يسلكها البريد والمسافرين من الناس والتجار خصوصا مع زيادة النشاط التجارى داخل العالم الإسلامى وخارجه.

٤ــ نمو الجغرافية كعلم يرتبط أساسا بالصورة أو الخريطة التى توضح الظاهرات ويمكن أن تقسم الخرائط العربية المعروفة إلى الأقسام الآتية[١]:

(١) الخريطة المأمونية:

وهى تشمل أشهر وأقدم الخرائط الإسلامية رسمها مجموعة من العلماء فى عصر الخليفة المأمون سنة ١٩٨ - هــ ٨١٣ م، شكل (١٠) وهى تتميز بالأتى:

١ - قسمت العالم إلى الأقاليم السبعة وفقا لخطوط العرض.

٢ - اعتمد مصمموها على الخرائط الإغريقية خاصة خريطة بطليموس.

٣ - اشتملت إضافات جديدة وتصميمات فيما يتعلق بوضع الجزيرة العربية والخليج الفارسى[٢].

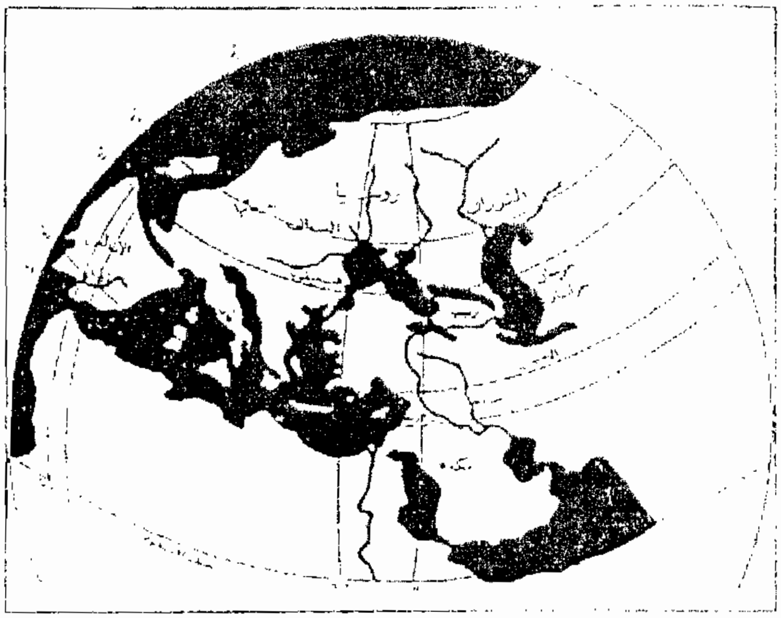
٤ - استخدمت الألوان فى توضيح الظاهرات.

(٢) خرائط الخوارزمى:

والتى ضمها كتابه "المسالك والممالك" ويظهر منها تأثره بالطريقة اليونانية فى رسم الخرائط. ومن أهم خرائطه خريطة نهر النيل التى توضح منابعه وهى تختلف عن خريطة بطليموس فى أضافته بحيرة ثالثة إلى المنابع هى البطيحة الصغرى أو البحيرة التى تجتمع فيها الروافد القادمة من البحيرتين الجنوبيتين.

(١) المرجع السابق ص ص ٦٣ - ٦٧.

(٢) يعرف حاليا بأسم الخليج العربى.



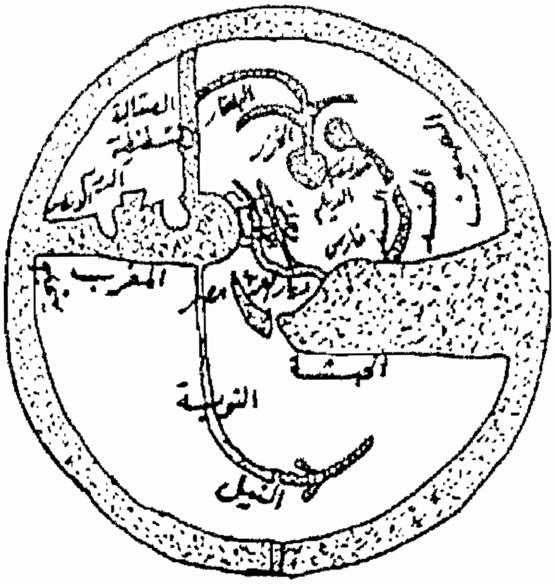
عن: أحمد الشربيني

شكل (١٠) الخريطة المأمونية

(٣) أطلس الإسلام:

فى القرن الرابع الهجرى (القرن العشر الميلادى) جمع المستشرق الألمانى ميللر Miller نحو ٢٧٥ خريطة نشرها فى مجلد أطلق عليه (الخرائط العربية) ووصف هذه الخرائط بأنها (أطلس الإسلام) وهى عبارة عن مجموعة من الخرائط التى عثر عليها داخل كتب جغرافى المدرسة الكلاسكية (الخريطة أبن حوقل ــ المقدسى) ويوضح الشكل رقم (١١) خريطة العالم لابن حوقل.

وقد اعتبر ميلر بأن رائد هذا الأطلس هو أبو زيد البلخى. وتحوى كل مجموعة من هذه المجموعات الخرائطية ٢١ خريطة تبدأ بخارطة العالم المستديرة تليها خرائط جزيرة العرب وبحر فارس والمغرب ومصر والشام وبحر الروم، ثم أربع عشرة خريطة تمثل الأجزاء الوسطى والشرقية للعالم الإسلامي (الجزيرة – العراق– خوزستان – فارس – كرمان – السند – أرمنيا ومعها إيران وأذربيجان – الجبال – كيلان ومعها طيرستان – بحر الخرز – صحراء فارس – سجستان – خراسان – ما وراء النهر).



شكل (١١) خريطة العالم لابن حوقل

(٤) خرائط الإدريسى (القرن السادس الهجرى):

تعد خرائط الإدريسى فى نظر كثير من الباحثين مرحلة جديدة فى تطور الخرائط يمكن أن يعبر عنها بمرحلة النماذج، إذ أن الإدريسى قد صنع نموذجا للكرة الأرضية من الفضة بتكليف من الملك روجر الثانى ملك صقلية نقشت عليهـا صـور الأقـاليم السبعة ببلادها وسواحلها وأنهارها ويعتقد أن الثوار حطموا هذه الكرة ونهبوها عنـد اقتحامهم لقصر روجر فى عهد خلفه سنة ١١٦٠ م. وإذا كانت هناك بعض الأخطـاء في حساب المسافات والانحرافات في خريطة الإدريسي فيجب ألا يغيب عن أذهاننا أن الإدريسي وضع كتابه وخريطة في النصف الأول من القرن الثاني عشر، وأن مـوت روجر وما أعطيته من قلاقل في دولة صقلية لم تمكن الإدريسي من أن يدخل علـى خريطته التعديلات الأخيرة الواجبة، والدافع أن الإدريسي كان يمثـل وجهـة النظـر الغربية لدى العرب وطريقة تفكير العرب لدى الغربيين، ولذلك لم يكن غريبًا أن يطلق على الإدريسي "أسترابو العرب" وأن يعتبر أطلسه أهم أثر للخرائط العربية، بل أهم أثر للخرائط في العصور الوسطى بأجمعها. ويعد الإدريسي صاحب كتاب (نزهة المشتاق فى اختراق الآفاق) وقد أشتمل هذا الكتاب على سبعين خريطة لكل قسم من الأقـسام الفرعية السبعين التى قسم إليها الإدريسي أقاليمه. وتوضح الخريطة رقم (١٢) العـالم عند الإدريسي.



شكل (١٢) خريطة العالم للإدريسى

كما كان المسعودي من أشهر الجغرافيين المسلمين ومن أشهر صناع الخرائط العرب، وقد ولد في مدينة بغداد حيث أمضى الجزء الأكبر من حياته فى السفر والرحلات، ووصف أقاليم لم يسبق لكاتب عربى أن وصفها من قبل. فقد زار بلاد فارس، والهند، وبلاد ما وراء النهر، وأرمينيا، وساحل بحر قزوين، ومصر، وغرب أفريقيا، وأسبانيا، والإمبراطورية البيزنطية ويمكن أن نتبين من بعض كتاباته أنه أبحر فى بحار الحبشة والملايو والصين.

وإن أهم كتاباته ما أسماه المسعودى (أخبار الزمان) الذى يشير إليه فى كل كتبه، وللأسف أن هذا الكتاب مفقود حاليا. وأهم خرائط المسعودى تلك التى ضمنها كتابه الشهير (مروج الذهب ومعادن الجوهر) وتعد من أدق الخرائط العربية فى تلك الفترة حيث تبدو الأرض فيها مستديرة مع مرور الاستواء بجزيرة سيلان ومرور خط الطول الرئيسى عنده بجزيرة زنجبار. وتوضح الخريطة رقم (١٣) العالم عند المسعودى.



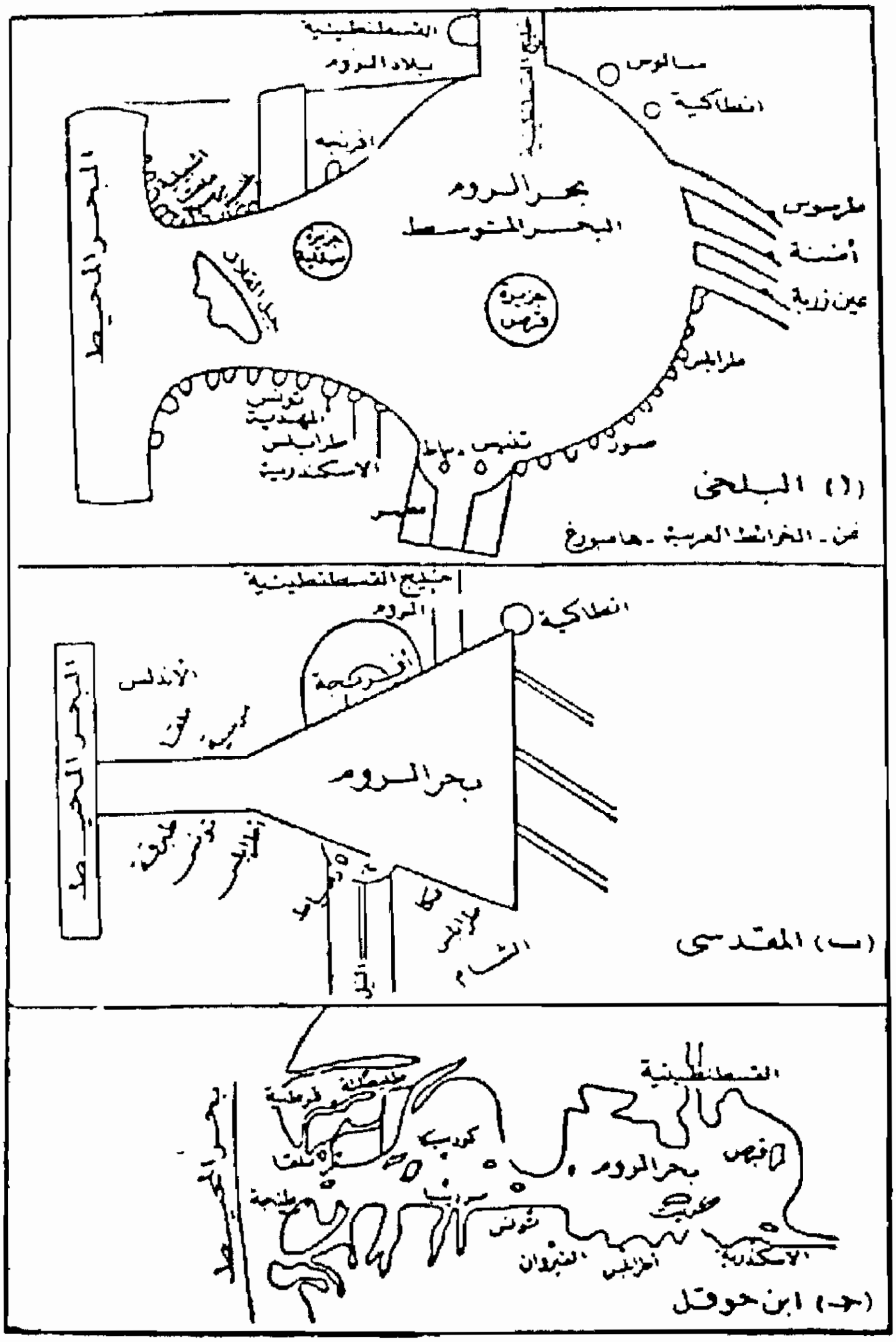
شكل (١٣) خريطة العالم للمسعودى

(٥) الخرائط البحرية العربية:

تعد اللوحات الثلاثة التى تمثل خريطة البحر المتوسط والمحفوظة حاليا فى ميلانو هى أقدم ما وصل إلينا وما عثر عليه من الخرائط البحرية العربية، ويعتقد انها ترجع إلى القرن الرابع عشر الميلادى (القرن الثامن الهجرى).

ويستنتج من طريقة كتابتها ومن خطها المغربى أنها رسمت فى المغرب أو الجزائر فى سبقة أو بجاية حيث كان يتجمع ملاحو البحر المتوسط من مختلف الجنسيات. وتوضح الخريطتان (١٤)، (١٥) البحر المتوسط ومصر طبقاً لتصورات الجغرافيين العرب.

وقد ازدهرت الخرائط الملاحية العربية فى القرن السادس عشر الميلادى (القرن العاشر الهجرى)، حيث تخصصت فى رسمها إحدى الأسر التونسية التى عاشت أفرادها بين القيروان والقاهرة وهى أسرة الشرفى الصافقسى.



نقلاً عن: س. م. ضياء الدين علوى

شكل (١٤) البحر المتوسط عند الجغرافيين العرب

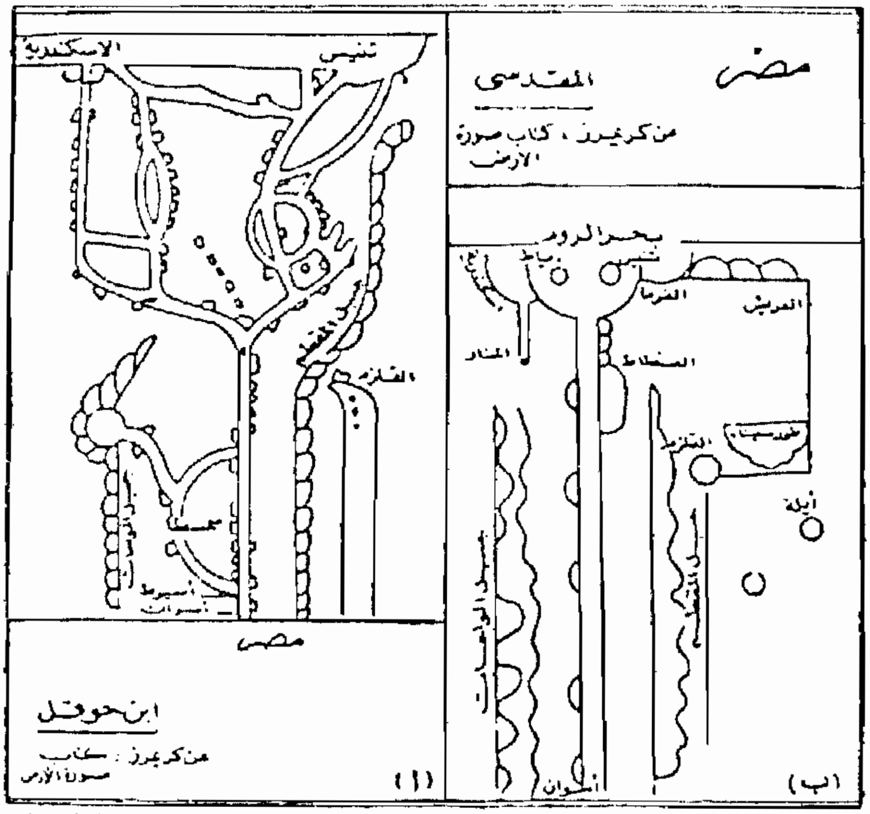
ومن أهم ما أنجزته هذه الأسرة من خرائط[1]:

١- أربع نماذج لخريطة العالم اعتمدت على خريطة الإدريسى.

٢ـ مجموعة من الخرائط تمثل سواحل البحر المتوسط بعضها محفوظ بالمكتبة الأهلية بباريس وبعضها فى أكسفورد بإنجلترا.

غير أنه لم يصل إلينا أى خرائط ملاحية عربية تبين سواحل البحر الأحمر والمحيط الهندى رغم كثرة الإبحار فيهما، ورغم وجود المرشدات الملاحية التى تتحدث بالتفصيل عن هذه البحار خاصة المحيط الهندى منذ القرن العاشر الميلادى (القرن الرابع الهجرى) أنظر شكل رقم (١٦).

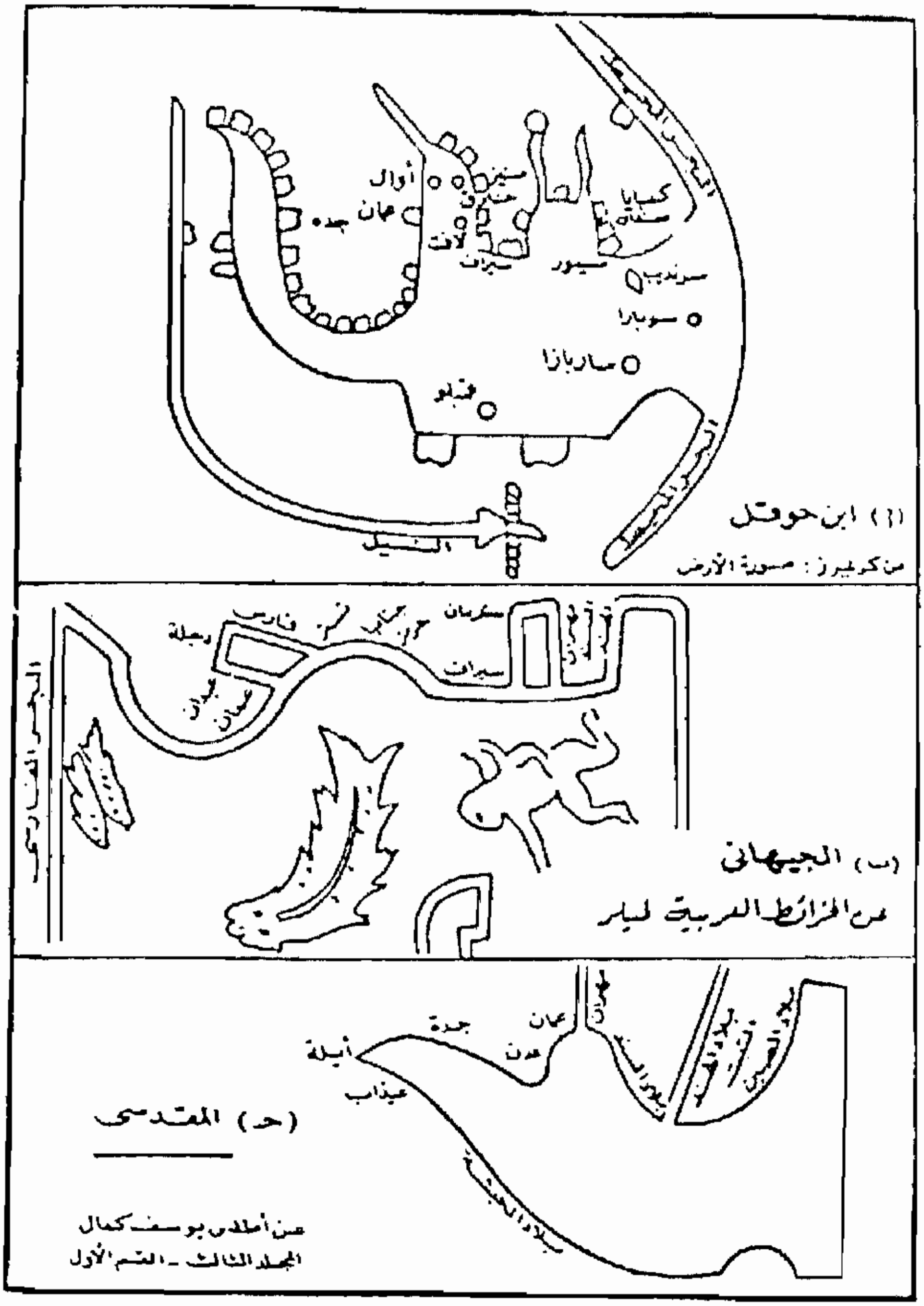
ورغم ما ذكره فاسكودى جاما من أنه رأى الملاحين العرب يستخدمون الخرائط البحرية للمحيط الهندى.



نقلا عن: س. م. ضياء الدين علوى

شكل (١٥) مصر وفقاً لتصورات الجغرافيين العرب

(١) المرجع السابق، ص ٦٦ – ٦٧.



نقلاً عن: س. م. ضياء الدين علوى

شكل (١٦) المحيط الهندى عند الجغرافيين العرب

ثالثًا: الخرائط في عصر النهضة:

شهد علم الخرائط (الكارتوجرافيا) عدة تطورات كبيرة أدت إلى قفزة كبيرة في هذا المجال، وكان أهم ما شهدته الخرائط من تطور فى هذا العصر هو أعادت اكتشاف أعمال بطليموس Ptolemy والكثير من الجغرافيين الإغريق فضلا عن الاكتشافات الكبيرة لعظماء الرحالة. بالإضافة إلى ظهور القوميات فى العديد من الدول الأوروبية، والتى كانت أمرا ملحا لتحديد وبدقة شديدة الحدود السياسية والسواحل، فضلا عن وصف أنواع الظاهرات التضاريسية التى تقع داخل حدود هذه الدول[١]. وفى خلال القرن السابع عشر حدث مسح قومى هام فى كل من فرنسا وإنجلترا[٢] وقد تطورت صناعة الخرائط وأصبحت أكثر دقة منذ عام ١٧٠٠ م عندما تم استخدام بعض الأجهزة الحديثة مثل التليسكوب والكرونو ميتر Chronometer حيث ساهمت هذه الأجهزة فى الحصول على المزيد من المعلومات لصانعى الخرائط، كما ساهمت فى رفع نسبة الدقة فى الخرائط[٣]. شكل (١٧).

وتعتبر بريطانيا أقدم الدول الأوربية معرفة بالخرائط حيث عرفت الخرائط منذ نحو ١٣٠٠ سنة، حيث رسم الراهب ماتيو Mathew فى باريس خريطة لبريطانيا فى القرن الثانى الميلادى، كما توجد خريطة أخرى لبريطانيا محفوظة فى مكتبة البودليان Bodleian وهى خريطة مرسومة بالألوان وموضح عليها الطرق والمدن والأنهار، ومقياس رسمها ١ بوصة: ١٨ ميل، وهذا المقياس يقابل بالمقياس الحديث ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠.

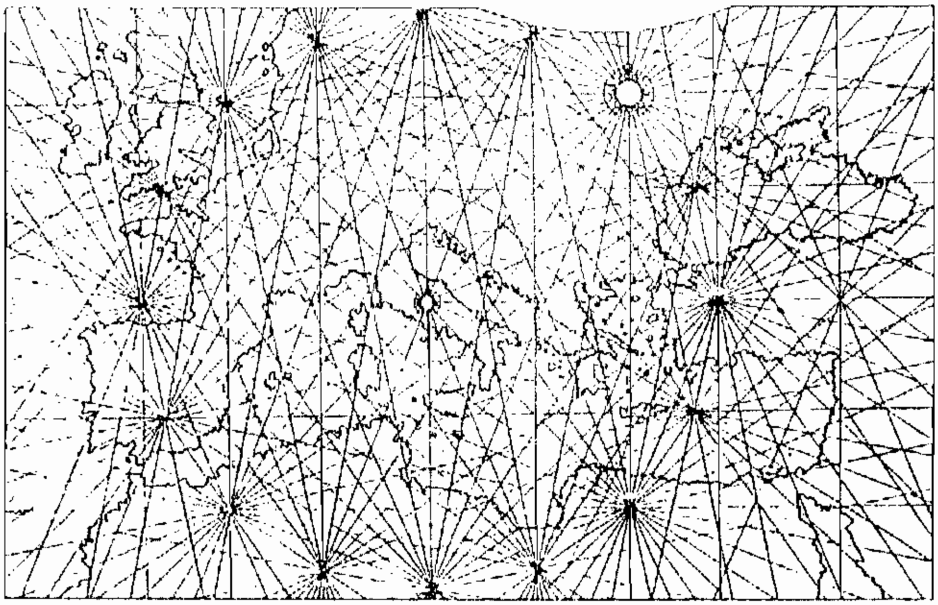
وفى القرن السادس عشر رسمت لبريطانيا عدة خرائط كان أهمها ما قام به جورج ليلى George Lily وماركيتور Mercator ويعتبر كريستوفر ساكتون Christopher Saxton الأب الحقيقى لصناعة الخرائط فى إنجلترا حيث قام فى عام ١٥٧٠ بعملية مسح شامل لكل من إنجلترا وويلز، وقع على هذه الخرائط التلال والأنهار والمدن، وبعد أن أنشئت هيئات للمساحة فى معظم الدول الأوروبية مثل إنجلترا وفرنسا وهولندا تولت هذه الهيئات القيام بعمل مسح شامل كل فى دولته،

(١) Getis, A., & Otherrs, Cit, Op. 20.

(٢) Hassan , S , Op cit . P. 67.

(٣) Ibid, P 20.

وظهر ذلك في شكل خرائط متطورة بمقاييس رسم مختلفة وتنوع كبير خاصة مع تقدم فنون الطباعة والتصوير، وأخيرًا عمليات التصوير الجوى والفضائى باستخدام الاستشعار عن بعد Remote sensing.



شكل (١٧) خريطة بوتلان Portlan مجهولة من القرن الخامس عشر
من محفوظات مكتبة جامعة أوبسالا بالسويد

رابعا: الخرائط فى العصر الحديث:

مع نهاية القرن الثامن عشر تميزت صناعة الخرائط بشيء من الدقة حيث قامت الجمعية الملكية الإنجليزية برسم خرائط لكثير من الدول بمقياس رسم ١ بوصة لكل ميل[١] وقد مرت صناعة الخرائط بتاريخ طويل من حيث التطور والابتكار، حيث تميزت هذه الصناعة منذ بداية القرن التاسع عشر بظاهرتين أثرتا فى تقدم الخرائط وهما:[٢]

(١) John . A, D ., Geography, Hodder & Stoughton, Kent 1983 , P.64

(٢) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر عبد الحميد الليثى: علم الخرائط، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٧٩، ص ٥٤ – ٥٥.

الظاهرة الأولى: القيام بعمليات مساحية منظمة تشرف عليها الحكومات، وقد تركزت هذه العمليات في قارة أوروبا وبعض بلدان آسيا مثل الهند واليابان وكذلك في الولايات المتحدة وكندا ومصر، ورغم ذلك فقد سارت هذه الجهود ببطيء شديد وظلت مناطق كثيرة من سطح الأرض تفتقر إلى الخرائط متوسطة المقياس، وفي هذه المناطق اعتمد صناع الخرائط على جهود بعض الهيئات غير الرسمية مثل هيئات السكك الحديدية وشركات النقل البرى وشركات التعدين وغيرها من الهيئات التي اضطرت إلى القيام ببعض الأعمال المساحية الضرورية لها، كما أن تقدم المساحة الجوية بشكل سريع ساعدت ولاسيما خلال الحرب العالمية الثانية على سد هذا الفراغ بصورة جزئية.

الظاهرة الثانية: فقد تميزت خرائط هذا العصر بالتوسع الكبير في إنشاء الأطالس والتوسع في استخدام الخرائط لخدمة الجغرافيا الطبيعية والبشرية، وكذلك الاستفادة من الخرائط في مجال الحكم والإدارة، ويرجع هذا التقدم في إنتاج الخرائط بصفة أساسية إلى طباعة الخرائط على أساس الحفر على النحاس إلى الطباعة الليثيوغرافية الملونة التي سهلت توقيع التفاصيل العديدة بشكل واضح للغاية، ومنذ بداية الحرب العالمية الأولى لعب التصوير الجوى دورًا مهمًا في صناعة الخرائط، وفي عام ١٩٤٠ أعلن سلاح الجو الأمريكي أن أقل من ١٠% من مساحة العالم هي التي تم مسحها وتوقيعها على الخرائط.

وقد تطورت صناعة الخرائط بشكل كبير وخاصة بعد الحرب العالمية الثانية، حيث تم استخدام الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد في عمليات المسح الجوى، ولكن الطفرة الكبيرة التي شهدتها صناعة الخرائط هي تلك الناتجة عن استخدام الكمبيوتر في رسم الخرائط الطوبولوجية[١] Topological Maps وتهتم هذه الخرائط بالمواقع والعلاقات بين النقط والخطوط والمساحات.

(١) John , D. A , Geography ,Op. cit , P . 68.

الفصل الثانى

الأدوات المستخدمة فى رسم الخرائط

مقدمة:

عند تمثيل الظواهر الجغرافية المختلفة على الخرائط فإن رسام الخرائط يحتاج إلى العديد من الأدوات والأجهزة والأوراق والأحبار، غير أن عملية رسم كل خريطة قد تحتاج لتوافر عدد غير قليل من الآلات والأجهزة، وهذه الأدوات كثيرة الأنواع ومختلفة الصنع حسب الشركات المنتجة وحسب النوعية، وكما أن اقتناء الأنواع الجيدة واستخدامها أفضل من الأنواع الرديئة لأنها تنجز العمل بشكل جيد، وتدوم فترة أطول، إذا اعتنى بنظافتها وصيانتها وحفظها، ولكن الذى يتحكم فى بعض الأحيان عامل السعر حيث أن الأنواع الجيدة ذات أسعار عالية يصعب على الطلاب شراؤها واقتناؤها، كما أن فترة التدريب تسمح بشراء الأنواع الرخيصة الثمن رغم أن أداءها فى العمل أقل من الأنواع الجيدة ، وبعد فترة التدريب يمكن للطالب اقتناء الأنواع الجيدة.

كما أن دخول بعض الأجهزة الميكانيكية والدقيقة وأخرها جهاز الكمبيوتر وأنظمته فى رسم الخرائط أدى إلى السرعة فى إنجاز العمل والسهولة فى الرسم والدقة فى العمل، ولكن استخدامه ينبغى أن يلم الطالب بالتقنية الحديثة وبمعرفة أحد برامج الكمبيوتر المستخدمة فى رسم الخرائط وبما أن استخدام هذا الأسلوب غير متيسر لكل شخص، فقد بقى الأسلوب التقليدي فى رسم الخرائط[1] لتدريب الطلاب على استخدامه فى ظل غياب التقنية الحديثة.

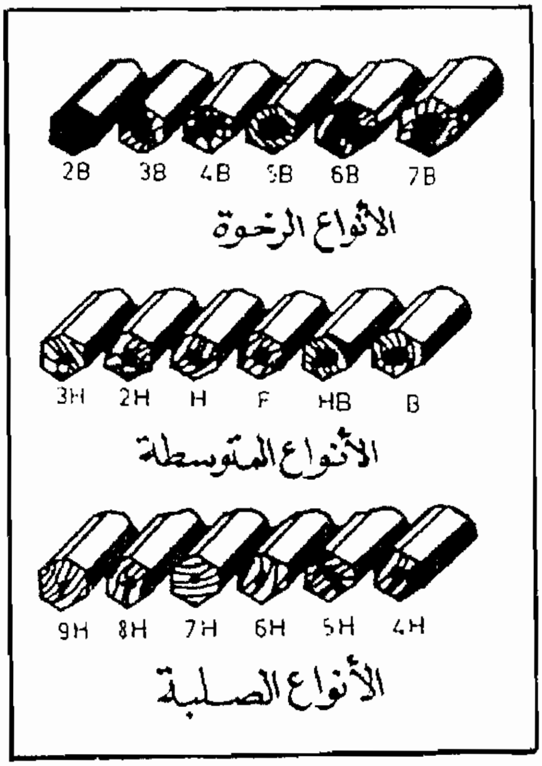
---

(١) أهم هذه البرامج والتي تندرج تحت ما يسمى باسم نظم المعلومات الجغرافية Geogrephic Inpormtion Systems (G.IS) هي الأوتوكاد Auto- Cad والأوتوفنش Auto – Finish ، ماب انفو map Info، أرك فيو Arc View، أرك فيو جى أى إس Arc View G.I.S، أرداس إيماجن Erdas Imagine.

وأهم الأدوات والمواد التى تستخدم فى الرسم هى:

أولاً: أقلام الرصاص:

تتم الخطوات الأولية لرسم أية خريطة باستخدام أقلام الرصاص وهى عبارة عن عجينه من الجرافيت المخلوط بالطين النقى ومواد إضافية أخرى تساعد على اندماجها، ثم تغلف هذه المادة عادة بخشب الأرز وكلما زادت نسبة الطين زادت صلابة الأقـــلام الرصاص. ويفضل أن يكون القلم مضلعًا وليس دائريًا لأن مـــسك القلـــم الرصـــاص والتحكم فيه أسهل بكثير من الأقلام ذات الشكل الدائري، ويشترط أن يكون رأس القلم باستمرار حادًا ورفيعًا عند المباشرة بالرسم، وهناك عدة أنواع من الأقلام الرصـــاص المتوفرة فى الأسواق، ويتم اختيار النوع حسب الرسم المطلـــوب، وتتـــدرج الأقـــلام الرصاص بين الصلب واللين وأهم هذه الأنواع شكل (١٨) هى:



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (١٨) أشكال مختلفة من السنون المستخدمة فى الأقلام الرصاص

(أ) الأنواع الصلبة:

وتمتاز بأن قطر القلم يكون رفيع ولونه فاتح يميل إلى اللون الرصاصى، وهى ذات صلابة قوية تفوق الأنواع الأخرى، ويؤدى الضغط الشديد عند استخدامها على سطح الورقة إلى إحداث حفر على السطح، وقد يؤدى إلى تمزيق الورقة وخاصة الأنواع الشديدة الصلابة، ولا تحتاج إلى برى مستمر لصلابة سن القلم الرصاص وقدرته على المقاومة فترة أطول، وتستخدم للأغراض الهندسية وأهم أنواعها 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, 9H.

(ب) الأنواع المتوسطة الصلابة:

وهى الأنواع المفضلة وخاصة فى الرسوم الجغرافية والفنية والهندسية، ويمتاز هذا النوع بصفات متوسطة بين الأنواع الصلبة والرخوة وذلك من حيث اللون والقطر والصلابة والبرى، وأهم أنواعها:3H, 2H. H F, HB. B.

(ج) الأنواع الرخوة:

حيث اللون والقطر والصلابة والبرى وأهم أنواعها: 3 H, 2 H, H. HBB تمتاز الأقلام من هذا النوع بأن لونها غامق السواد وقطرها سميك وتآكلها جعلها تستخدم فى التظليل وفى المراحل النهائية لإكمال الخريطة، لذا بسرعة مما يتطلب بريها باستمرار، وعند الخطأ يصعب إزالة أثارها جعلها تستخدم في التظليل وفي المراحل النهائية لإكمال الخريطة مما يفضلها الفنانون والنقاشون، وأهم أنواعها: 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B.

ثانيًا: الألوان:

تستخدم الألوان كثيرًا فى الخرائط وخاصة خرائط التوزيعات لذا لبيان الفروق بين الظواهر الممثلة، وهى عملية أكثر سهولة فى استخدام التظليل والتنقيط، كما أنها تعطى مجالاً للرسم فى كثير من الأحيان إذا أحسن الاستخدام واختيار الألوان وأهم أنواعها:

(أ) أقلام التلوين:

يعمل الكارتوجرافى على استخدام أقلام الرصاص الملونة لتمييز الفئات المختلفة بدلاً من التظليلات المتباينة، وقد يتم ذلك على مسودة الخريطة أو الشكل لتحاشى

الأخطاء فى الرسم النهائى، وهذا يعمل على أن يكون التلوين ضعيفاً ومتساوى الكثافة فى جميع أجزاء الرسم ذات اللون الواحد حتى لا تظهر مناطق فاتحة اللون وأخرى داكنة أو كثيفة اللون، ولإذابة اللون الواحد بحيث يبدو بكثافة واحدة يمكن توزيع اللون بعد الرسم بقطعة من القطن.

(ب) الألوان المائية والزيتية:

تستخدم هذه الألوان فى تمثيل الظاهرات الجغرافية المختلفة مما يعطى الخريطة تبايناً ووضوحًا كبيرين فى محتوياتها خاصة خرائط التضاريس، وتستخدم الألوان المائية فى تلوين الخرائط، ولكن لعملية التلوين هذه بعض شروط تجعل منها عملية صعبة بعض الشيء لأنها تحتاج إلى خبرة كبيرة ولكن نتائجها جيدة للغاية.

ويمكن أن نلخص هذه العملية فيما يلى[١]:

١) اختيار نوع جيد من أوراق الرسم مثل أوراق الرسم الإيطالية "فبريسانو" ورسم الشكل المطلوب عليها بالقلم الرصاص ثم تثبيتها فوق لوحة الرسم الخشبية باستخدام شريط لاصق يمتد بامتداد الجهات الأربعة لورقة الرسم، وهذا لشد ورقة الرسم وعدم السماح لها بالانبعاج والكرمشة عند وضع الألوان المائية عليها نتيجة لامتصاصها.

٢) استخدام فرشاة رسم كبيرة فى طلاء الورقة كلها بالماء فى اتجاه واحد من اليمين إلى اليسار أو العكس، وذلك بعد أن نكون قد عملنا على إمالة لوحة الرسم الخشبية ناحيتنا حتى لا تتأثر بعض أجزاء ورقة الرسم بالمياه أكثر من غيرها فتظهر التجاعيد على سطح الورقة ولا تصلح للاستخدام، ولاشك أن تثبيت الورقة بشريط لاصق سوف يساعد على شد ورقة الرسم جيدا من كل الجهات، وطمس مثل تلك الانبعاجات.

٣) تجهيز كل لون من الألوان المزمع استخدامها فى الشكل (سواء كان خريطة أو رسما بيانيا) على أن يكون اللون خفيفا ومذاب جيدا (حتى لا تظهر شوائب به عند الرسم) وتكون كمية اللون أكثر من حاجتنا بعض الشيء، لأن نفاذ اللون يعنى

(١) حسن سيد حسن: بعض أساسيات ومبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠٠، ص. ١٥- ١٦.

استحالة تركيبه بنفس الدرجة مرة أخرى ولذلك فإن وجود اللون بكمية أكبر من حاجتنا بعض الشيء أفضل من نفاذه قبل الانتهاء من التلوين.

٤) البدء باستخدام لون واحد، ولا ننقل منه إلى التلوين بلون أخر إلا بعد الانتهاء منه نهائيا، ونستخدم فى ذلك عدد ٢ فرشاة لكل لون إحداهما صغيرة جداً مقاس "٥" لتلوين المناطق الحدية مع الألوان الأخرى، أما الفرشاة الثانية فتكون كبيرة بعض الشيء وتستخدم لتلوين المساحات المتسعة من اللون، وبالطبع فإن استخدام فرشاة واحدة لجميع الألوان يعنى أن تتداخل الألوان مع بعضها البعض، ولا تحتفظ بنقائها مما يهدد الخريطة كلها بالتلف، ويكون التلوين أفقيا من اليمين إلى اليسار وبسرعة حتى لا يتسرب اللون إلى أسفل الخريطة، مع ضرورة عدم تمرير الفرشاة مرتين أو أكثر فى المسافة الواحدة وإلا ظهر اللون الواحد بدرجات متفاوتة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى يجب عدم الانتقال من لون إلى أخر إلا بعد جفاف اللون الأول تماماً وإلا تداخلت الألوان مع بعضها البعض بسبب قدرة الورق على تشرب هذه الألوان وهو رطب.

٥) آخر المراحل هى إظهار الألوان باستخدام أقلام الرسم لتحديد كل لون حسب السمك المطلوب لكل خط – وتختلف طريقة تلوين الخرائط بألوان الزيت عن الطريقة السابقة. إذ أن الألوان الزيتية تحتاج إلى مهارة خاصة فى خلطها والتلوين بها. وعند التلوين بالزيت لا داعى لبل ورقة الرسم بالمياه أو لصقها على لوحة خشبية، وإنما يكتفى بتثبيتها على سطح أفقي. وتحدد على الخريطة المناطق التى ستلون بالألوان سواء كانت الألوان مختلفة أو متدرجة ولا داعى لأن يكون مرسوما على ورقة الرسم، ثم نأتى بعد ذلك للظاهرات والرسوم الأخرى نظرا لأنها ستختفى تحت الألوان الزيتية.

العلاقة بين الألوان والخرائط:

زاد استخدام الألوان فى السنوات الأخيرة، لأنها تلعب دورا رئيسيا فى الحياة الإنسانية، فكل ما يحيط بالإنسان من ظواهر طبيعية وبشرية لها ألوانها المتميزة حتى أصبحت الألوان جزءا لا يتجزأ فى تكوين الصور والأشكال التى يراها الإنسان، وأساسا للتمييز والتفرقة بين العناصر والأشكال المختلفة، كما أن التطورات

التكنولوجية في وسائل فصل الألوان وأجهزتها وأساليبها وتصحيحها وطباعتها أدى إلى الحصول على تفاصيل دقيقة[1].

وأن الوظيفة الأساسية للون هو جذب الانتباه، فإضافة لون ناصع إلى الخريطة المطبوعة باللون الأسود تزيد درجة الجذب إليها.

وأصبحت الألوان في موضوع الخرائط من الموضوعات المهمة الواجب على الكارتوجرافي دراسته والإفادة منه في موضوع إنتاج الخرائط، وأن تكنولوجيا الإنتاج الحديث يعد الألوان أحد أبرز وسائل التمثيل الموضوعي والطبوغرافي على الخرائط لمختلف الظاهرات الطبيعية والبشرية، وعلى الكارتوجرافي عند اختياره للون وتصميم الخريطة المستقبلية عليه أن يلاحظ حقيقتين أساسيتين هما[2]:

١ - أن الخريطة سوف تقرأ في الضوء الأبيض، وهذا الضوء ليس له المحتويات نفسها من ضوء الشمس، من حيث الأطوال الموجبة، لذا وجب أن تكون ألوان الخريطة ثابتة ومرئية في ضوء المصباح، كما هي ثابتة ومرئية في ضوء الشمسي.

٢ - ثبات الألوان حتى في حالة الاستخدام في ظروف خاصة كالعمل في البحر أو الجو أو الظروف القاسية.

وتجدر الإشارة إلى أن ألوان الطيف الشمس ٧ ألوان نحصل عليها من مرور أشعة شمس خلال منشور زجاجي يؤدي إلى انكسار الضوء وتحلله إلى ألوان الطيف الشمس وهي من الأعلى إلى الأسفل:

١ - اللون الأحمر

٢ - اللون البرتقالي

٣ - اللون الأصفر

٤ - اللون الأخضر

٥ - اللون الأزرق

---

(١) فلاح شاكر أسود: مبادئ الخرائط العامة، دار الفكر المعاصر، صنعاء ١٩٩٨م ص ٥٧.

(٢) فلاح شاكر أسود: خرائط التوزيعات، دار الحكمة اليمانية للطباعة والنشر التوزيع، صنعاء ١٩٩٤ ص ٣١ - ٣٣.

٦ - اللون النيلي

٧ - اللون البنفسجي

ومن الألوان السبعة ثلاثة أساسية هى الأحمر والأخضر والأزرق.

أما الألوان الطباعية الأساسية هى الأصفر والأحمر والأزرق، والألوان المشتقة التى تنتج من مزيج لونين أساسيين بنسبة واحدة هى:

الأصفر + الأحمر = البرتقالى.

الأحمر + الأزرق = البنفسجى.

الأصفر + الأزرق = الأخضر.

أما الألوان الثانوية تنتج من مزيج لونين أساسيين بنسب غير متساوية وهى اثنا عشر لونا، كما أن عدد الألوان الطباعية غير محدود، لأن كل لون له درجاته المختلفة التى تبدأ من الفاتح وتنتهى بالقاتم. ويمكن الحصول على اللون الفاتح بإضافة اللون الأبيض واللون القاتم (الداكن) بإضافة اللون الأسود.

كما إن خلط لونيين قياسيين غير متجاورتين بنسبة ٥٠% تعطى ألوانا أخرى هى:

الأصفر + الأزرق الداكن = أخضر فاتح.

أزرق + أحمر = بنفسجى.

أحمر + أخضر = بنى.

أصفر + أزرق داكن = أخضر فاتح.

أزرق + أخضر = أزرق مائل للخضرة.

أزرق + أصفر = رصاصى.

أزرق داكن + أحمر = رصاصى.

وعند خلط ثلاثة ألوان فالنتيجة أكثر تعقيداً مثل خلط نسبة متساوية من: الأحمر + الأزرق + الأخضر = رمادى غامق يميل للسواد[1].

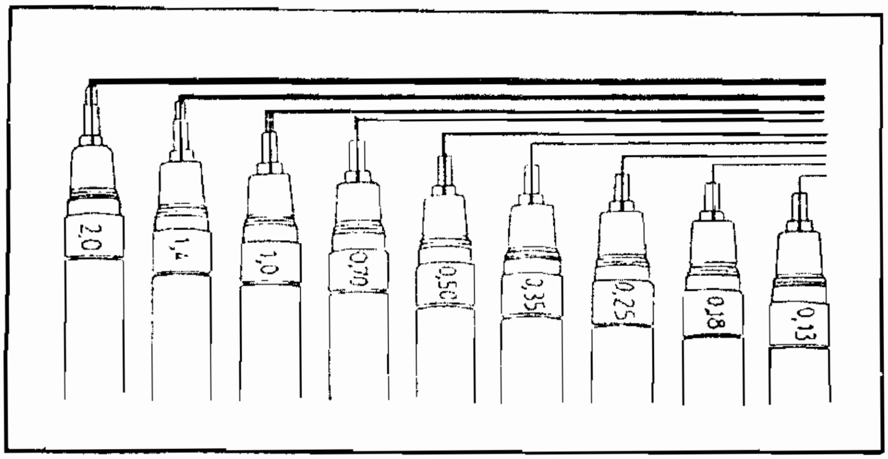
(١) فلاح شاكر أسود: مبادئ الخرائط العامة، دار الفكر المعاصر، صنعاء ١٩٩٨م ص ٦٠.

ثالثاً: أقلام التحبير: Graphic Pins

تشتمل أقلام التحبير على أنواع كثيرة وأهم هذه الأنواع هى:

*** الرابيدو جراف Rapido Graph**

هي أقلام خاصة لتحبير الخريطة فى مراحلها النهائية، شكل (١٩) وهى أقلام مصنوعة على شكل أقلام الحبر العادية، وبذلك تحتوى على خزان كبير للحبر الأمر الذي لا يستلزم إعادة ملء القلم بالحبر على فترات قصيرة. وتستخدم هذه الأقلام فى رسم جميع الخطوط المستقيمة



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (١٩) أقلام التحبير (الرابيدوجراف)

والمنحنية الرفيعة والسميكة. وسن الراسم فى هذه الأقلام عبارة عن قطعة من البلاستيك مثبت بها سلك رفيع يجرى داخل أنبوبة معدنية رفيعة لتنظيم مرور الحبر بداخلها. وهناك أنواع عديدة من الشركات تنتج أكثر من نوع مثل بليكان وسبيد بول وليروى وبارش بيزيت وكرافوس وروترنج Rotring ويعد النوع الأخير من أفضل الأنواع الموجودة فى السوق وهو صناعة ألمانية. وتباع عادة فى شكل أطقم تحتوى على ٣، ٤، ٨، ٩، ١٠، ١٤ قلما فى كل علبة، ولكل قلم رقم خاص يوضح سمك الخط الذى يرسمه مثل: ١، مليمتر، ٢، مليمتر، ٣، مليمتر، ٤، مليمتر، ٥، مليمتر، ٦، مليمتر، ٧، مليمتر، ٨، مليمتر، ٩، مليمتر، ١ مليمتر، ١،٢ مليمتر.

قلم الجدول: Rulling Pen

ويستعمل لتحبير جميع الخطوط المستقيمة، ويتركب قلم الجداول من نصلين من مدببين متساوين فى الطول، ويملأ القلم بوضع الحبر بواسطة قطارة أو ريشة بين النصلين. ويمكن التحكم فى المسافة بين نصلى قلم الجدول عن طريق المسمار الجانبى الصغير، وبالتالى يمكن أن نرسم خطوطا مستقيمة مختلفة السمك. ويجب أن يحفظ قلم الجدول نظيفا من الحبر، لأن الحبر إذا بقى فى القلم وقتا أكثر من اللازم سوف يجف قليلا وبالتالى لا تنساب نفس كمية الحبر بين النصلين، الأمر الذى لا يجب أن يكون وضع القلم رأسيا على لوحة الرسم مع ميله ميلا خفيفا ناحية اليمين، كما لا يجب أن نضغط على القلم إلا بالقدر الذى يعطى خطا واضحا. كما يجب أن لانفرط فى ملء القلم بالحبر، إذ كان هناك حبرا زائدا فى القلم قبل بداية الرسم فيمكن سحب جزء منه عن طريق وضع ورقة نشاف أو قطعة قماش لكى تشربه[1].

- **قلم الكنتور:**

ويسمى بالقلم الدائر Swivel Pen وهو يستعمل فى رسم الخطوط المنحنية انحناءً بسيطا وفى رسم خطوط الكنتور. ومنه نوع مزدوج الرأس ويسمى فى هذه الحالة بقلم الجدول المزدوج Double Rulling Pen أو قلم الطريق Road Pen أو قلم الخطوط المتوازية، وفى بعض الأحيان يسمى قلم السكك الحديدية ولكنه يحتاج إلى مهارة معينة فلكى نرسم به خطوطا منتظمة الشكل يجب أن يكون هناك ضغطا متساوى على النصلين، كما يجب أن نمسك بالقلم فى وضع عمودى على سطح ورقة الرسم فهذه الأقلام المحورية – المنفردة أو المزدوجة – تستخدم بنفس الطريقة التى تستخدمها عند الرسم بقلم الجدول العادى – فيما عدا أنها تستخدم عادة باليد الحرة الحركة Freehand أى دون استعمال المسطرة التى توجه القلم العادى[2].

---

(١) فتحى عبد العزيز أبو راضى: الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية ١٩٩٦، ص ٢٩١ – ٢٩٢.

(٢) المرجع السابق، ص ٢٩٣.

- **قلم الجرافوس: Graphos Pen**

يستخدم لرسم الخطوط المستقيمة مهما كان سمكها. وهو عبارة عن قلم يشبه قلم الجدول وله خزان للحبر مما يزيد من فترة استعماله بدلا من ملئه بقطرات بسيطة مثل قلم الجدول والاضطرار إلى تنظيفة فى فترات متقاربة بسبب سرعة جفاف الحبر. ويستعمل مع هذا القلم مجموعة من السنون يتراوح سمك الخط الذى تنتجه من ١، إلى ٢,٥ ملليمتر. ويمكن خلع السن وتركيب غيره بسهولة أثناء العمل. ويراعى عند استخدام قلم الجرافوس أنه لا يستعمل إلا فى تحبير الخطوط المستقيمة فقط، وبعد كل استعمال تخلع منه السنون وتنظف بالماء وتمسح جيدا وتوضع فى مكانها ويمسح مجرى القلم وينظف جيدا[١].

رابعاً: أجهزة الرسم:

ترسم الخرائط والرسوم البيانية باستخدام مجموعة من الأجهزة وأهم هذه الأجهزة هى:

- **لوحة الرسم:**

وهى لوحة مصنوعة من مادة الخشب الجيد المصقول السطح، أبيض اللون ذات حافات مستقيمة، تستخدم فى تثبيت ورقة الرسم عليها، وهى ذات أحجام متعددة، حيث تتوفر بشكل لوحات منفصلة يستطيع الكارتوجرافى أن يضعها فى أى مكان أو ينقلها من مكان إلى آخر، كما يستطيع أن يحركها بأى اتجاه لكى يكون مسيطرا على الخريطة عند الرسم، وأكثر أنواع لوحات الرسم انتشارها أبعادها ٤٥ X ٦٠ سم. وتوجد لوحات كبيرة المساحة والحجم مخصصة لرسم خرائط المدن.

- **منضدة الشف: Tracing Table**

وهى تستخدم فى حالة شف خريطة من أطلس أومن خريطة طبوغرافية للحصول على خريطة الأساس الضرورية فى رسم خريطة التوزيعات، أو شف خريطة توزيعية بنسخة أخرى على ورقة سميكة.

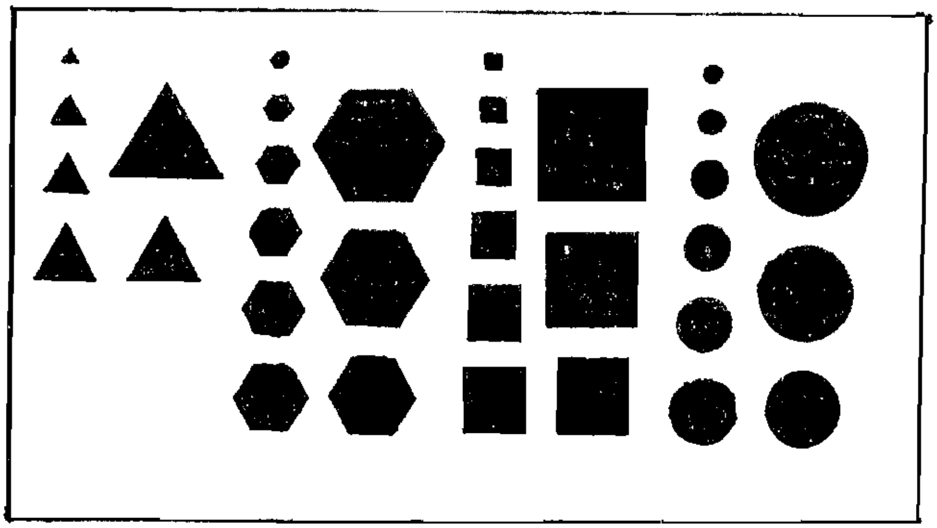
---

(١) محمد فريد فتحى، مرجع سبق ذكره، ص ٩٥ – ٩٦.

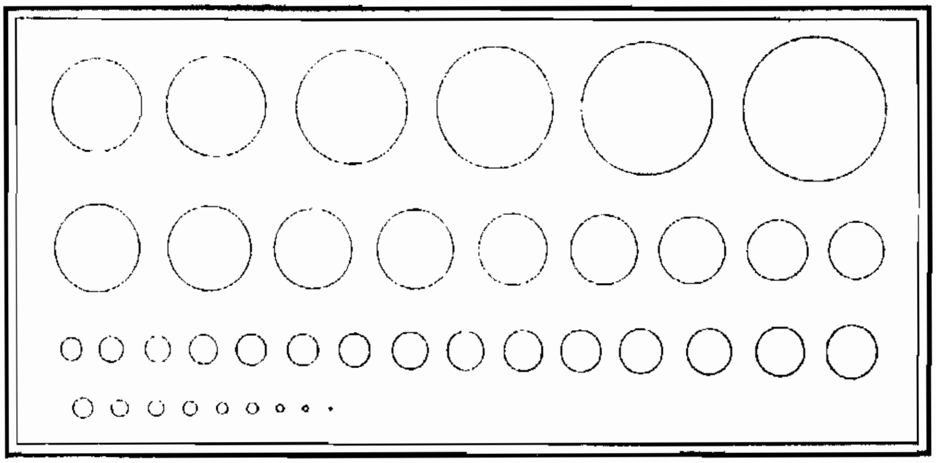
وتتكون المنضدة من الخشب حيث تظهر فى شكل سطح مفرغ يوضع فوقه لوح من الزجاج الشفاف ويوضع مصباح كهربائى (فلورسنت) أو أكثر تحت اللوح الزجاجى وعلى بعد مناسب. وتثبت الخريطة على اللوح الزجاجى ثم تضع ورقة الرسم السميكة غير الشفافة فوقها فإذا فتحنا الضوء سنرى جميع تفاصيل الخريطة واضحة على ورقة الرسم، ثم نبدأ بنقل تفاصيل الخريطة بالقلم الرصاص.

- **مساطر رسم الأشكال الهندسية:**

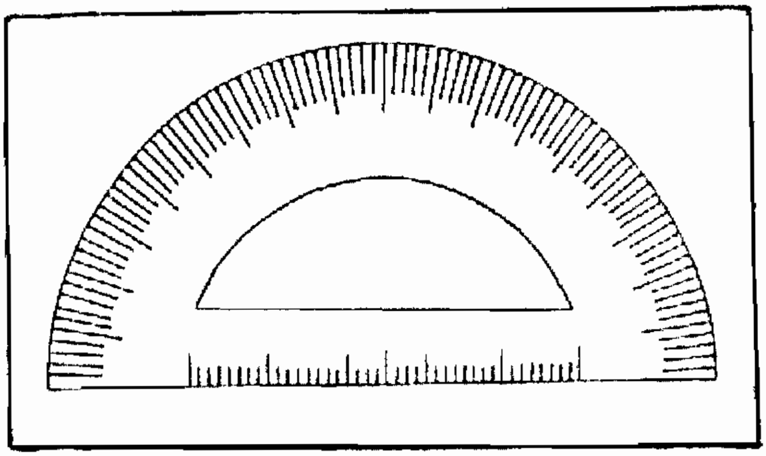
يحتاج الكارتوجرافى إلى رسم أشكال هندسية مختلفة حيث توجد قطع مستطيلة الشكل مصنوعة من البلاستيك المرن الشفاف كما في شكل (٢٠) وقد حفرت بداخلها أشكال هندسية مختلفة كالدائرة والمربعات والمثلثات والأشكال البيضاوية والسداسية وغيرها، ويطلق الجغرافيون على مسطرة الرموز أو الأشكال الهندسية اسم الشبلونة، ويمكن استخدامها بسهولة لتوقيع الأشكال الهندسية المطلوبة، ولإتمام عملية الرسم نضع قلم الرسم فى فراغ الرمز الذى نختاره ونبدأ فى رسمه من حدوده الداخلية، ومن مزايا هذه المساطر أيضًا سهولة رسم الأشكال الهندسية صغيرة المساحة والتى يصعب قياسها بالفرجار.



شكل (٢٠) مسطرة الأشكال الهندسية

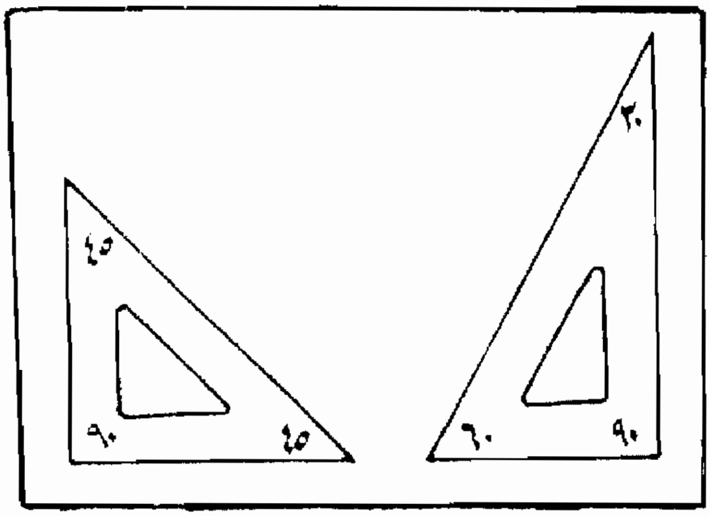


شكل (٢١) مسطرة دوائر مختلفة الأحجام



شكل (٢٢) المنقلة

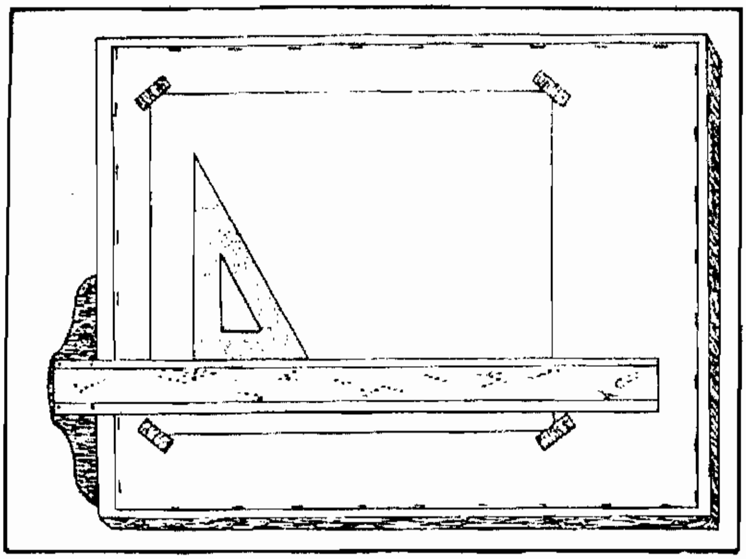
ويضاف لهذه الأدوات مساطر عادية معدنية أو بلاستيكية لاستخدامها فى القياس ومنقلة لاستخدامها فى قياس وتحديد الزوايا، والمنقلة توجد على شكلين الأول نصف دائرة درجاتها ١٨٠ درجة والأخرى دائرية ومجموع درجاتها ٣٦٠ درجة، كما يحتاج الكارتوجرافى لنوعين من المثلثات أحدهما مثلث متساوى الساقين زوياه (٤٥°، ٤٥°، ٩٠°) درجة ومثلث مختلف الأضلاع زواياه (٣٠°، ٦٠°، ٩٠°) درجة.



شكل (٢٣) المثلثات المستخدمة فى الرسم

• **المسطرة حرف T:**

يحتاج الكارتوجرافى إلى مسطرة كبيرة حرف T وذلك لاستخدامها لرسم الخطوط الأفقية أو رسم إطار الخريطة، وهى مصنوعة من الخشب أو المعدن أو البلاستيك الشفاف، ويفضل النوع الأخير على النوعين الأولين لأن شفافية المسطرة تعطينا القدرة على مشاهدة المكان الذى نرغب رسم الخطوط عليه، كما أنها تستخدم مع لوحة الرسم، فعند تثبيت رأس المسطرعلى حافة اللوحة يصبح ساق المسطرة نشكل مستقيم نستطيع أن نستخدمه فى رسم خطوط متوازية مع بعضها، كما يستفاد من المسطرة وهى مثبتة على لوحة الرسم فى رسم خطوط عمودية بواسطة الاستعانة بالمثلث القائم الزاوية حيث نحركه على حافة المسطرة.



شكل (٢٤) المسطرة حرف T

- **مسطرة التهشير:**

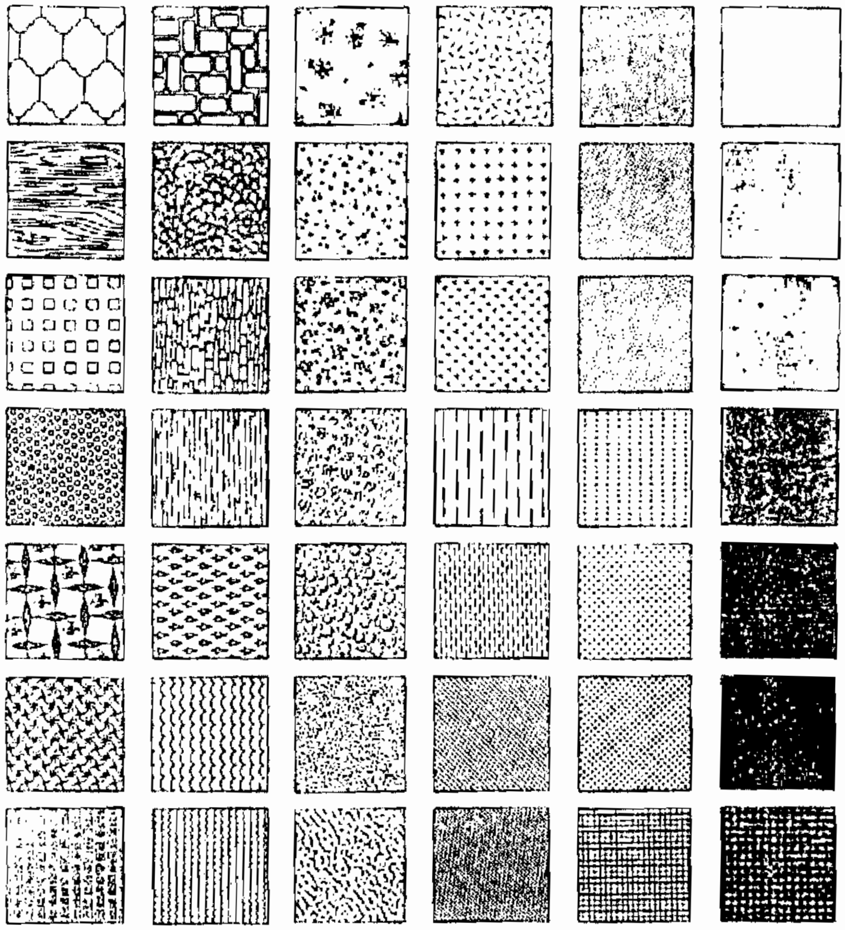
هى مسطرة تستخدم فى التظليل، وهى تستخدم أساسًا لرسم خطوط متوازية، وتتكون من جهاز يوضع على منضدة صغيرة فى حجمه مثبت عليه مسطرة من منتصفها، وهى مسطرة شفافة تتحرك كلما ضغطنا على زر بالجهاز وهى تحافظ على، المسافة ثابتة بين كل خط والخط الذى يليه مما يسمح برسم مجموعة من الخطوط على أبعاد متساوية، ويمكن تغيير المسافة بين الخطوط بإدارة قرص صغير فى الجهاز يعمل على توسيع هذه المسافة إلى نحو ٦ مليمترات أو تضييقها إلى مليمتر واحد[١]. ويوضح الشكل رقم (٢٥) نماذج مختلفة من التهشير.

- **مسطرة المنحنيات French Curve:**

تستخدم لرسم الخطوط المنحنية والأقواس التى لا يستطيع الفرجار رسمها شكل (٢٦) إذ أن المنحنى لا يكون قوسًا من دائرة واحدة ولكنه عبارة عن عدة أقواس متماسة من دوائر تختلف فى أنصاف أقطارها مثل الأنهار والترع والمصارف، أو خطوط الطول ودوائر العرض، أو منحنيات الطرق والسكك الحديدية، أو منحنيات

(١) حسن سيد حسن: أساسيات ومبادئ علم الخرائط، مرجع سابق، ص ١٠.

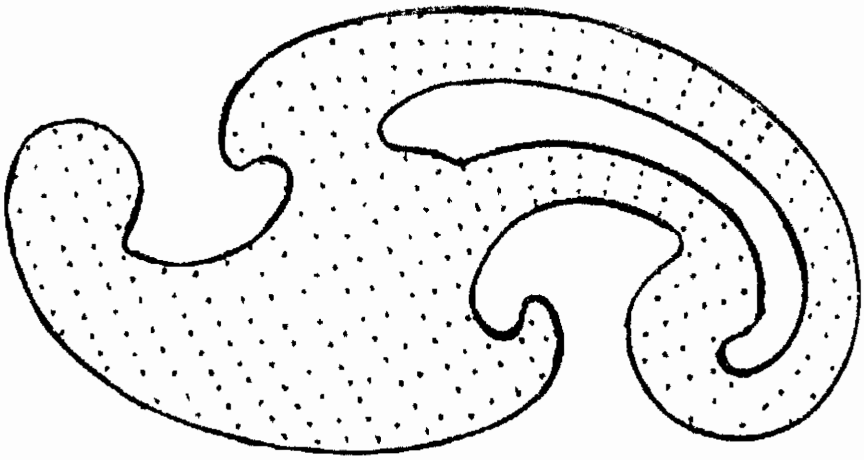
فى رسوم بيانية إحصائية وهناك نوعين من المساطر الأول مصنوع من البلاستيك الشفاف وهى عبارة عن قطع مشكلة بشكل أقواس منحنية بدرجات مختلفة، والنوع الثانى عبارة عن قطع مطاطية Flexible Curve تكون على شكل عمود مستطيل الشكل مرن وقابل للانحناء والتكيف باليد يستطيع الطالب أن يستخدمه حسب الصيغة المطلوبة، ويكيفه حسب درجة الانحناء وشكله، وبعد الانتهاء يعيده إلى وضعه الأصلي بسهولة(1).



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (٢٥) نماذج مختلفة للتهشير المستخدم فى الخرائط

(١) فلاح شاكر أسود: خرائط التوزيعات، مرجع سابق، ص ٢٧.



شكل (٢٦) مسطرة المنحنيات

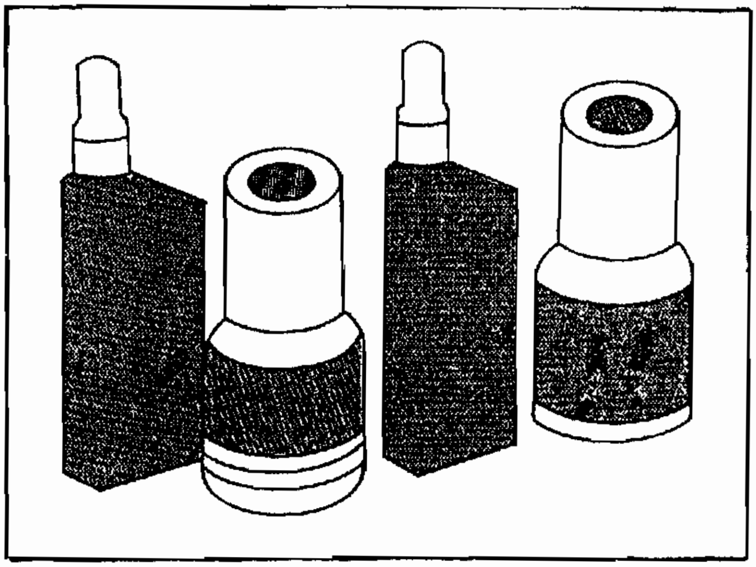
المقسم (الفرجار ذو الحافتين المدببتين) Divide:

يستخدم فى قياس المسافات المتعرجة بدرجات بسيطة، أو إذا وجد انحناء على شكل قوس، والمقسم هو عبارة عن فرجار ذو سنين معدنيين، ويتم استخدام المقسم عن طريق فتح المقسم إلى فتحة معلومة الاتساع (اسم مثلاً)، ثم نقيس الخط من بدايته وحتى نهايته عن طريق نقل الفرجار من مكان لآخر على الخط نفسه ثم حساب عدد النقلات وضرب ذلك فى ١ سم ليظهر طول الخط على الخريطة، فإذا تبين أن المجموع هو ٥ نقلات فيكون طول الخط ٥ سم (٥ × ١ سم)، فتحة ويمكن بعد ذلك معرفة الطول على الطبيعة بالاستعانة بمقياس الرسم.

خامسًا الأحبار:

يعتبر الحبر الشينى أو الحبر الصينى Chinese Ink أهم أنواع الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط وقد سمى بهذا الاسم لأنه كان يصل إلى أوروبا من الصين على هيئة أقراص يمكن إذابتها فى الماء، ويمتاز هذا الحبر بأنه كثيف، شديد السواد، سريع الجفاف، وهذه الخصائص جعلته أفضل جميع الأحبار المستخدمة فى الرسم الكارتوجرافى. والحبر الصينى هو نوع خاص من الأحبار ويصنع من مسحوق الكربون مع الصمغ حتى لا يجف بسرعة ولا يتأثر بالماء Water proof بعد الجفاف، ويتوفر منه فى الأسواق ألوان مختلفة كالأسود والأزرق والأصفر والبنى وغيرها،

ويفضل اللون الأسود لكونه جيدًا عند تصوير الخرائط حيث تظهر معـالم الخريطـة بوضوح، وهذه الخاصية لا تتوفر فى الألوان الأخرى، ومن الـصعب إزالـة الحبـر الشينى بعد الرسم، لذلك فإن الطريقة المثلى لإزالته من على أوراق الكلك هى كشطه من على سطح الورقة بموس حلاقة، أما على ورقة الرسم فإن كشطه يجرح الورقـة، ولذا يفضل استخدام طلاء التصحيح الأبيض على سـطح الورقـة المزيـل الـسائل Corrector Liquid ويوضح الشكل رقم (٢٧) الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط.



شكل (٢٧) الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط

سادسًا: أوراق الرسم:

تتنوع أوراق الرسم المستخدمة فى عمل الخرائط ويتوقف نوع الورق المـستخدم فى الرسم على الأمور الآتية[١]:

١- طبيعة الخريطة (خريطة نهائية بالألوان أم بالحبر الأسود).

٢- محتويات الخريطة والهدف منها.

٣- حجم الشكل النهائى للخريطة وما إذا كانت ستصغر أو تبقى بحجمها الأصلى.

(١) المرجع السابق، ص ص ١٧ - ١٨ ٣.

٤- مهارة الكارتوجرافى.

٥- عدد النسخ المطلوب الحصول عليها.

٦- طريقة الترسيم المستخدمة للتحبير أو الحفر.

٧- طريقة الطبع بالأوفست أو الشف.

ويشترط فى الورق المستخدم فى رسم الخرائط عدة شروط أهمها[(١)]:

١- **قدرة الورق على تحمل التغيرات المحيطة:** مثل الرطوبة والحرارة دون أن يؤثر ذلك على تمدد أو انكماش أو انبعاج أو تجعد الورقة، وتكمن أهمية هذه الخاصية فى المحافظة على دقة مقياس الرسم من ناحية وثبات أبعاد اللوحة وتناسبها مع الخرائط الأخرى.

٢- **فبعض أنواع الأوراق مسامية فيتعمق الحبر فى أليافها،** وإذا ازدادت المسامية ازداد التعمق بحيث يصعب مسحه أو كشطه من الورقة لأنه أصبح يمثل جزًا من النسيج نفسه، وهناك أنواع من الأوراق غير مسامية نهائيًا فالرسم يجف على السطح، ولكن أى احتكاك بسطح الورقة يعمل على إزالته ومحوه، وبين هذه وذاك أنواع من أوراق الرسم تختلف فى درجة مساميتها، ولكل منها استخدامات تختلف عن الأخرى.

٣- **ملمس الورقة:** تتباين أوراق الرسم بين الخشن والناعم، ولا شك أن خشونة الورقة لها تأثير واضح على شكل الخط واستقامته.

٤- **شفافية الورقة:** يهتم الجغرافى بدرجة شفافية ورقة الرسم ونقائها، وقد يرتبط هذا الاهتمام بأمرين:

الأمر الأول: شف بعض الخرائط.

الأمر الثانى: إن إعداد الخريطة للطباعة الملونة يتطلب لوحات منفصلة لكل لون، ويفضل أن تكون شفافة حتى لا تنطبق بعض الألوان على بعضها مما يظهر الخريطة مشوهة.

---

(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره ص ١٧ – ١٨.

٥- **قوة تحمل الورقة:** قد يتطلب الأمر من الكارتوجرافى المبتدئ الاعتماد على نوعية من الورق تتحمل عمليات المسح والكشط وإعادة الرسم، وهذه النوعية قد تكون أغلى بعض الشيء خاصة إذا كانت من الأنواع التى لا تتجعد كثيرًا مع عمليات البلل بالماء والألوان المائية، وأهم أنواع الورق المتوفر فى السوق ورق الكلك ومنه الكلك العادى والكلك المعالج، ويصنع الورق الكلك من القش وسيقان نبات الذرة، وتستخدم الوسائل الكيماوية لجعلها شفافة، والورق الكلك منه نوع أبيض وأخر مربعات (مليمترات) يستخدم فى رسم القطاعات والرسوم البيانية، وتختلف أوزان ورق الكلك ما بين الورق قليل السمك والورق السميك (٥٠ جرام ويصل إلى ١٥٠ جرام) ويفضل النوع المتوسط (٩٠ - ١١٠ جم)، ويتوفر إما فى شكل لفات (رولات) يتراوح طولها بين ١٠ - ٢٠ متر أو بشكل قطع مختلفة المساحات أو بشكل دفاتر (كراسات) أو ما يعرف بالاستكشات Sketch.

كما يستخدم ورق الشف القماش Tracing Cloth، ويتكون من قماش رقيق مصنع من القطن ومطلى بالنشا، يميل لونه إلى الأزرق الفاتح نصف الشفاف، ولم ينتشر استعماله رغم إمكانية حفظه لأنه قابل للتمدد والانكماش حسب الظروف الجوية، ويؤثر عليه الماء حيث يتلف الورق والخريطة، كما أن الحك لإزالة الخطأ يؤثر عليه، ونادرًا ما نراه فى الأسواق المحلية وبوجه عام فإن مثل هذا النوع من الورق أكثر تحملاً من ورق الشف العادى (ورق الكلك)، وهو من الأنواع المهمة جدًا فى رسم أصول المشروعات الهندسية - وتوجد أنواع أخرى من أوراق الرسم غير الشفافة، حيث توجد على شكل لوحات تقطع بمقاسات مختلفة حسب الحاجة، ومن أحسن أنواعها (الكانسون) و (الفبريانو) و(البريستول)، كما يستخدم ورق لاصق له مسميات عديدة مثل الزبيتون أو نورماتون أو سيلوتيه وذلك حسب الشركة المنتجة له، ويطلق على مثل هذا النوع من الورق فى بعض الدول العربية (الإسكرين).

سابعًا : الأدوات الأخرى:

كما يستخدم الكارتوجرافى بعض الأدوات الأخرى فى عملية رسم الخريطة منها:

الريش Pens:

هناك أنواع من الريش التى تزود بالحبر من أجل الرسم، ومن أكثر أنواع الريش استخدامًا فى رسم الخرائط هى الريشة ذات الطرف الرفيع أو المسلوب Quill - Type

وهي مصنوعة من نوع جيد من المعدن، وهناك أنواع كثيرة منها، فبعضها صلب يرسم خطوط متناسقة السمك وبعضها الآخر مرن جدًا يستخدم في رسم الخطوط التي تتطلب سمكًا متغيرًا مثل خطوط الأنهار في الخرائط صغيرة المقياس، وعند الرسم يمكن غمس الريشة في زجاجة الحبر بالقدر الذي لا يملأ تجويفها، ولكن الأفضل استخدام قطارة الحبر ووضع نقطة حبر في الجانب الداخلي للريشة لأن ذلك سوف يساعد على إنتاج خطوط أدق، ويتم وصول الحبر إلى سن الريشة خلال شق طولي في وسط السن، ويجب تنظيف السن دائمًا من الحبر لأن ذرات الكربون إذا سدت هذا الشق فإن ذلك سوف يؤدي إلى عرقلة انسياب الحبر فلا يلامس بسهولة سطح ورقة الرسم. وهناك أنواع من الريش عريضة السن Stub Pen وهي لا تختلف عن النوع العادي لا من حيث شكل السن، ومن الريش أيضًا ما يعرف باسم ريشة التسهيل Speedball Pen وهي عبارة عن سن ريشة عادية ولكن طرف السن ينتهي بزائدة دائرية أو مربعة الشكل مصنوعة بزاوية معينة بحيث إذا أمسكنا الريشة في الوضع المعتاد فسوف تنطبق الزائدة تمامًا على سطح الورقة، وهناك أيضًا نوع خاص من الريش يسمى بالريش ذات الخزان، وهذا النوع يتركب أساسًا من اسطوانة صغيرة تشمل خزان الحبر وتنتهي بسن دائري مجوف وهو على درجات مختلفة السمك بحيث يرسم كل سن متناسقًا بسمك معين، وأشهر أنواعها الاستاندرجراف Standargrah، والليوتو[١].

(١) فتحي أبو راضي، مرجع سابق، ص. ص٢٩٥ – ٢٩٦.

الفصل الثالث

أساسيات الخريطة

تعتبر الخرائط هى الأداة الرئيسية فى مختلف الفروع الجغرافية كما أنها وسيلة عالمية للتعبير والتفاهم بين الشعوب، حيث تتحدى الحواجز السياسية واللغوية ويستخدمها الكثير من المختصين. ولكى يمكن إدراك المعلومات الجغرافية لابد أن تدون على الخرائط.

وليس من المصادفة أن يهتم الجغرافيون أكثر من غيرهم بالخرائط وإلا فكيف يستطيع الجغرافى أن يجمع الحقائق المتصلة بالعلاقات المكانية لغرض الدراسة، وكيف يقدمها فى إطارها المكانى؟ ولعلنا نتذكر هنا أن أكثر إضافات الجغرافيا أهمية فى معرفة العالم قد جاءت نتيجة تطبيق الأساليب الكارتوجرافبة فى خرائط التوزيعات.

تعريف الخريطة:

الخريطة هى صورة مصغرة لسطح الأرض أو جزء منه على سطح مستو بمقياس رسم معين ومسقط معين ورموز معينة، وقد يكون هذا التمثيل لظاهرات طبيعية أو بشرية أو كليهما.

وعادة ما يطلق على علم الخرائط مصطلح الكارتوجرافيا، وقد اشتق من كلمتين يونانيتين قديمتين هما chartus وتعنى لوحة ورق ثم graphein بمعنى يكتب أو يصور بالرسم، وبذلك يعنى مصطلح الكارتوجرافيا الكتابة أو الرسم بالصورة على لوحة، وقد شاع استخدام مصطلح ((الكارتوجرافيا)) على المستوى العالمى ليعنى علم الخرائط.

ومع التقدم التكنولوجى تفرعت الكارتوجرافيا إلى عدة فروع وتخصصات أهمها الفروع التى تتخصص فى عمليات المساحة (المستوية والجيوديسية والأرضية والبحرية والجوية) وإنشاء الخرائط الطبوغرافية والبحرية وهذه يقوم بها عادة

كارتوجرافيون يعملون فى أقسام المساحة القومية والمساحة العسكرية فى الدول المختلفة، وهناك أيضا الكارتوجرافيون الذين يتخصصون فى أنواع مختلفة من الخرائط الخاصة أو الموضوعية Thematic maps أو نطلق عليها بصفة عامة خرائط التوزيعات.

وقد شهد علم الخرائط (الكارتوجرافيا) تطوراً كبيراً فى العصر الحديث تمثل فى دخول طرق التمثيل الكمى فى خرائط التوزيعات.

وقد ساعد على استخدام وانتشار الأساليب الكمية فى إنشاء خرائط التوزيعات عدة عوامل أثرت على المجتمع البشرى وأهم هذه العوامل هي[١]:

١ – تطور العلوم الطبيعية والاجتماعية واهتمام العلماء بأنواع معينة من التوزيعات الطبيعية والبشرية على سطح هذه الأرض.

٢- تقدم حركات الكشف الجغرافى وتعرف الدول الاستعمارية على مناطق جديدة يمكن أن تمدها بموارد الغذاء والكثير من المواد الخام، الأمر الذى تطلب جمع الكثير من البيانات والإحصاءات عن مختلف جهات العالم.

٣- كان لتقدم طرق الإحصاء والأخذ بأسلوب التعداد منذ أوائل القرن التاسع عشر دور كبير فى تطور خرائط التوزيعات الكمية.

٤- أخذت كثير من الدول فى العصر الحديث بأسلوب التخطيط العلمى من أجل التنمية الاقتصادية والاجتماعية واستغلال الموارد الاستغلال الأمثل، الأمر الذى يستدعى إنشاء الكثير من الخرائط الكمية لكى تساعد على الدراسة والتمثيل واتخاذ القرارات ورسم خرائط المستقبل.

ولما كانت الخريطة عبارة عن لوحة مستوية وليست جسماً كرويا يمثل حقيقة طبيعة الكرة الأرضية كان لزاماً علينا استخدام بعض الطرق المعينة لتمثيل هذا الجسم الكروى على هذه اللوحة المستوية، وتعرف هذه الطرق بمساقط الخرائط التى بواسطتها نتمكن من تحقيق بعض الشروط الموجودة على الجسم الكروى فى رسم هذه الصورة المستوية وهى الخريطة.

---

(١) محمد محمد سطيحة: خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة في طرق التمثيل الكارتوجرافي، دار النهضة العربية، القاهرة، ص. ٣-٤.

كما أننا عند رسم الخرائط نقسم المعالم الموجودة على الكرة الأرضية إلى أنواع مختلفة، ونعرض كل نوع منها فى خرائط خاصة فهناك خرائط التضاريس وخرائط الطقس والمناخ وخرائط المواصلات والخرائط الاقتصادية والخرائط البشرية المتعلقة بالسكان من حيث عددهم أو كثافتهم، فضلاً عن خرائط المدن والقرى.

أهمية الخريطة:

أصبحت الخريطة فى عالمنا الحديث لغة يفهمها الكثيرون ويجيدون استخدامها. فبالإضافة إلى الجغرافيين، نجد أن الخرائط تتداول بين أيدى الجيولوجيين وعلماء التربة والنبات وعلماء الاقتصاد والاجتماع والسياسة. ولا يغيب عن الذهن خبراء الطقس والمناخ أوالميترولوجيون. كما أن الخريطة لم تعد وقفاً على هذه الفئات من المتخصصين بل أصبحت الخريطة الآن مادة عامة للثقافة والإعلام تطالعنا بها الصحف والمجلات والنشرات الإعلامية والثقافية ووسيلة حيوية لتشجيع السياحة فى الدليل الذى يرشد السائح إلى معالم المدن والأماكن السياحية والطرق المؤدية إليها. كما يستفيد من الخريطة أيضاً الفنيين مثل المهندسون الذين يستخدمونها فى تخطيط المشروعات الهندسية بما يلائم طبيعة البيئة المحيطة من طرق وكبارى وخزانات وقناطر وقنوات وأنهار. ويلجأ الزراعيون إلى الخرائط لتوزيع تصنيف التربة عليها ودراسة نواحى استغلالها. كما يستعملها الجيولوجيون فى دراسة مشروعات التعدين واستغلال الثروة الطبيعية ومدى صلاحيتها للاستغلال الاقتصادى الناجح. كما أن الخريطة تفيد فى العمليات العسكرية حيث يستطيع رجال الجيش تفهم طبيعة الأرض والأماكن التى تصلح للدفاع والهجوم، والتى يمكن استغلالها كسواتر ضد النيران أو فى حفر الخنادق والمخابئ(١).

وتعتبر الخريطة ذات أهمية كبيرة بالنسبة لعلم الجغرافيا، مما حذى ببعض الكتاب أن يذكر أن الجغرافيا ليست شيئاً بدون الخريطة Geography is noting but maps فمن الصعب علينا أن نتفهم أى حقيقة جغرافية دون الاستعانة بالخرائط. ويعد الجغرافى أكثر المتخصصين استخداماً للخريطة فهى عدته وفيها يسجل المعالم الجغرافية

---

(١) محمد فريد احمد فتحي: مرجع سبق ذكره، ص ص٣-٤.

المختلفة وملاحظاته عليها، وعليها يوزع الظاهرات الطبيعية والبشرية. فهى الوسيلة التى يستطيع عن طريقها التعبير عما يريد، وعما يرغب فى إظهاره من علاقات طبيعية وبشرية. أى أن الخريطة هى لغة الجغرافى وأداة التعبير عن النتائج التى يتوصل إليها، ويذهب هنتر Hinter إلى أبعد من ذلك فيقول: ((إن النص الجغرافى يجب أن يكون مكملاً للخريطة ومفسراً لها)). وتعتبر الخريطة من أفضل الطرق المستخدمة لتخزين المعلومات الجغرافية، إن لم تكن أفضلها، لأن الباحث يستطيع أن يربط بين المعلومات التى يخزنها على الخريطة والظواهر الأخرى الواقعة فى نفس المنطقة المدروسة، مما يساعد الباحث على التحليل والربط والتفسير. وكثير من الجغرافيين يرى أن الخريطة يجب أن تسبق مرحلة الكتابة فى الأبحاث الجغرافية(١).

ولم تعد دراسة الخرائط حالياً فرع من فروع الجغرافيا، ولكنها أصبحت علماً قائماً بذاته يعرف باسم الكارتوجرافيا Cartography يختلف فى طبيعته ومنهجه عن علم الجغرافيا. ويلزم الدارس فى هذا العلم أن يكون جغرافيا ذات عقلية رياضية وموهبة فنية، ومن الطريف أن يحدد أروين رويز E. Raisz فى مقدمة كتابه General Cartography حيث يقول: (إن الكارتوجرافى ٥٠% جغرافياً، و٣٠% فناناً و١٠% رياضيا و١٠% أى شئ آخر)(٢)، كما يقول برستون جيمس (إن أهم ما أسهمت به الجغرافيا فى المعرفة البشرية إنما كان نتيجة لاستخدامها الخريطة فى التوزيع والمقارنة والكشف عن أنماط التوزيع العامة). ويذهب ميل H . R Mill إلى القول: (بان ما لا يمكن إثباته على خريطة لا يمكن وصفه).

ومن هنا أصبح دور الجغرافيا لا يمكن إغفاله فى تكوين الكارتوجرافى المتمرس. وأصبحت الصلة وثيقة بين الجغرافيا والكارتوجرافيا فارتباط كل منهما بالآخر ارتباط قديم، وفى تاريخ تطورهما كان تقدم أحد العلمين يعتمد على تقدم الآخر. وهذا لا يعنى أن الجغرافيا تدعى احتكار التكنيك الكارتوجرافى فهناك علوم أخرى كثيرة تستخدم الخرائط والرسوم البيانية، كما سبق الذكر مثل الجيولوجيا والنبات والتربة والزراعة والسكان. ومع ذلك عادة ما يسلم الباحثون فى الميادين الأخرى بأن الجغرافى هو

(١) محمد على الفرا: مناهج البحث فى الجغرافيا، الكويت، ١٩٧٣ ص. ص ١١٧ –١١٨.

(٢) محمد محمد سطيحة: خرائط التوزيعات الجغرافية، مرجع سبق ذكره، ص ٦.

الخبير بالخرائط سواء فى صنعها أو استخدامها. لذلك نجد الكثير منهم عادة ما يلجأ للجغرافى طلباً للمساعدة فى تعلم رسم الخرائط واستخدامها. لأنهم يدركون أن الجغرافى هو الأكثر قدرة فى التعامل مع الخرائط أكثر مما كانوا يتوقعون.

قراءة الخريطة:

يقصد بقراءة الخريطة ترجمة وتفسير وفهم كل ما يمكن أن تنقله الخريطة من معلومات سواء كانت هذه المعلومات مباشرة وصريحة وواضحة على الخريطة، أم أنه يمكن فهمها بطريق غير مباشر عن طريق قراءة ما بين سطور الخريطة وما يمكن فهمه من معلومات ترتبط بما توضحه الخريطة أو استنتاج البعض الآخر.

وتتوقف الاستفادة الحقيقية من الخريطة ونجاحها فى أداء مهمتها، على مدى دراية المستخدم لها بكيفية قراءتها وتحليلها ومعرفة ما تحوية من حقائق من توزيع الظاهرات التى يقوم بتوزيعها، ولكى نتمكن من القراءة الصحيحة للخريطة، لابد أن نكون على إلمام تام ومعرفة بأساسيات الخريطة أو ما يسمى أيضاً بأبجدية الخريطة، ويعنى بها المعلومات الأساسية التى يجب أن ينظر إليها قارئ الخريطة قبل البدء فى تحليلها وقراءتها بالتفصيل.

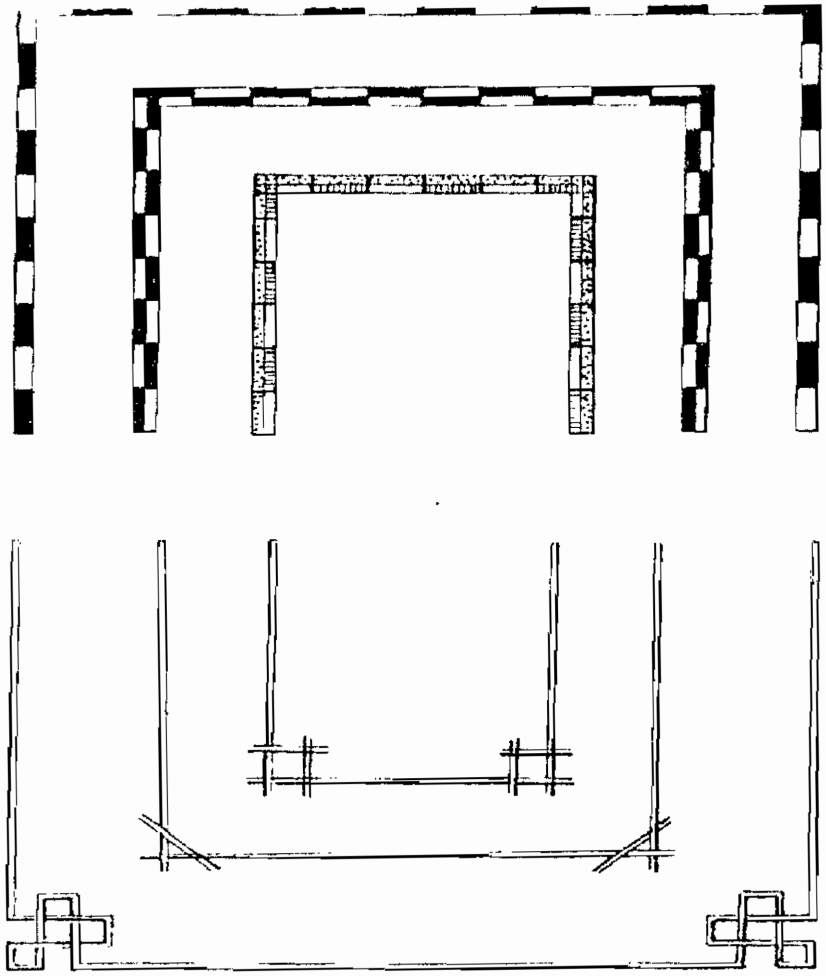
عناصر الخريطة:

يجب أن تتوافر فى الخريطة عدة عناصر يمكن إيجازها فيما يلى:

١ - الإطار:

يجب أن يأخذ شكل المستطيل، أو المربع تبعاً للمنطقة المراد تمثيلها على الخريطة بشرط أن تظهر كافة التفاصيل داخل الإطار بمعنى عدم إغفال بعض الظاهرات داخل الخريطة أو ترك مساحة بيضاء داخل الإطار، ويرسم الإطار من خطين، الداخلى سمكه أقل من سمك الإطار الخارجى، كما يرسم إطار الخريطة بحيث يكون موازياً للخط الأوسط فيها (الرأسى والأفقى) وذلك لتحديد المساحة التى سيتم بها الرسم، ويتوقف شكل الخريطة على مدى النجاح فى رسم إطارها.

ويوضح الشكل رقم (٢٨) نماذج مختلفة من الإطارات.

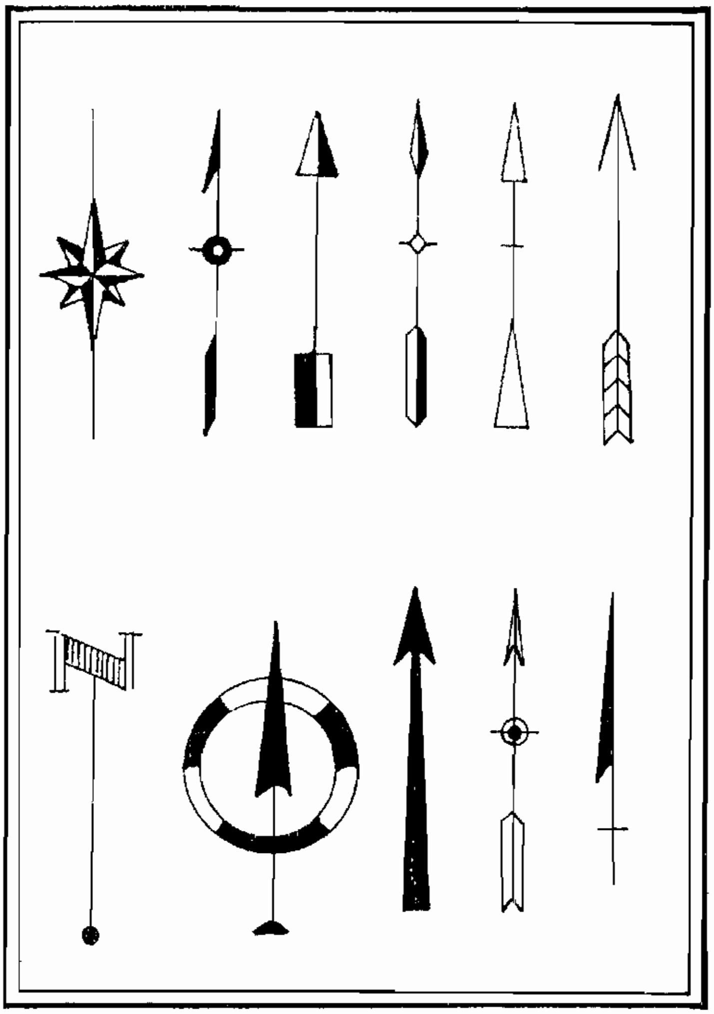


شكل (٢٨) نماذج مختلفة من الإطارات المستخدمة فى الخرائط

٢ - اتجاه الشمال:

يرسم خارج دليل الخريطة وبجواره من جهة الشمال، أو الشرق أو الغرب حسب المكان الذى تسمح به الخريطة، يوضع سهم أو أى شكل يمثل اتجـاه الـشمال علـى الخريطة بحيث يكتفى بكتابة حرف (ش) أعلى السهم أو N اختـصار لكلمـة North وبالقرب من نهايتها يرسم عمود عليه ليوضح اتجاهي الشرق والغرب، بينمـا تبـين مؤخرته اتجاه الجنوب، ويعد ذلك أمراً ضرورياً فى الخرائط التى تكون غير موجهـة للشمال، حيث لا تكون خطوط الطول مرسومة عليها.

ويوضح الشكل رقم (٢٩) أنواع مختلفة من الرموز المستخدمة فى تحديد اتجاه الشمال. ولذلك فمن المفيد أن تزود الخريطة بهذا الرمز. وفى الخرائط ذات المقياس الكبير يرسم اتجاه الشمال الحقيقى بها على شكل خط رأسى بنهايته نجمة، أما الشمال المغناطيسى فيبين بواسطة نصف سهم، وبين الاتجاهين نكتب زاوية الاختلاف المغناطيسى[١].



شكل (٢٩) بعض أشكال للرموز المستخدمة فى تحديد اتجاه الشمال

(١) جودة حسنين جودة: الجغرافيا الطبيعية والخرائط، الطبعة الخامسة، منشأة المعارف - الإسكندرية ١٩٩٨، ص ص٤٠٤-٤٠٥.

٣- دليل الخريطة (مفتاح الخريطة):

هو دليل، أو مفتاح من خلاله يمكن فهم الخريطة ومعرفة محتوياتها وتفسير ما تحتويه من ظاهرات طبيعته أو بشرية وذلك باستخدام الرموز.

٤- الرموز والعلامات الاصطلاحية:

وتوضع داخل إطار الدليل، ويكتب بجوار كل رمز الاسم الدال عليه. وهناك رموز أو علامات اصطلاحية متعارف عليها للظاهرات الطبيعية وأخرى للظاهرات البشرية. ويمكن الاستغناء عن الرموز التى يستدل عليها مباشرة دون الرجوع إلى دليل الخريطة مثل الحدود، أو السكك الحديدية، أو الطرق التى نادراً ما تحتاج إلى إيضاح. أما الظواهر الغير عادية فهذه يجب أن تسجل ضمن دليل الخريطة، فإذا كانت الخريطة مظللة بظل متدرج أو بلون متدرج، يجب أن يوضح هذا التدرج داخل الدليل عن طريق رسم مستطيلات أو مربعات صغيرة تبين هذا التدرج، ويكتب بجوارها ما يدل عليها.

٥ - عنوان الخريطة:

هو عنوان كتابى يوضح ما تمثله الخريطة من تفاصيل وبيانات، ويجب أن تتوسط كتابة العنوان الجزء الأعلى من الدليل، ويكتب العنوان عادة بخط سميك أكبر من الكتابة داخل الخريطة، ومكانه عادة خارج الإطار وأسفل الخريطة، وإن كان البعض أحياناً يذكره أعلى الخريطة.

٦- مقياس الرسم:

تعريفه: هو النسبة الثابتة بين الأطوال والأبعاد المقاسة على الخريطة وما يقابلها على الطبيعة.

صور مقياس الرسم:

لما كانت الخريطة مرسومة بنسبة أصغر مما هو موجود على الطبيعة، فيجب علينا أن نلم بأهم أنواع مقاييس الرسم وهى:

أ- المقياس الكتابى (المباشر):

يعتبر هذا المقياس أبسط صور مقاييس الرسم، حيث يستخدم التعبير كتابة بالألفاظ وفيه نبين وحدات القياس على الخريطة وما يقابل هذه الوحدات على الطبيعة بالكيلومتر، أو بالميل وأجزائها، فإذا كان لفظياً فهو يذكر الوحدة على الرسم وما يمثلها على الطبيعة مثل: كل واحد سنتيمتر على الخريطة يمثل واحد كيلومتر على الطبيعة.

ب- مقياس الكسر البيانى أو النسبى:

وهو من المقاييس الشائعة الاستخدام وفيه نبين العلاقة بين وحدات القياس على الخريطة وما يقابلها على الطبيعة. وعادة ما يكون على شكل كسر بسطه واحد صحيح يمثل المقياس على الخريطة ومقامه عدد صحيح وهو يقابل المقياس على الطبيعة ومن أمثلة مقياس الكسر البيانى

$$\frac{١}{٥٠,٠٠٠} ، \frac{١}{١٠٠,٠٠٠} ، \frac{١}{٥٠,٠٠٠}$$

أما فى حالة مقياس الرسم النسبى فيكتب هكذا ١ : ٥٠,٠٠٠، ١ ١٠٠,٠٠٠، ١ : ٥٠٠,٠٠٠ وهذا معناه أن وحدة القياس على الخريطة (سنتيمتر) بوصة يقابلها ٥٠,٠٠٠، ١٠٠,٠٠، ٥٠٠,٠٠٠، ١٠٠,٠٠٠، ٥٠٠,٠٠٠ وحدة من نفس النوع.

ج - المقياس الخطى البسيط:

وهو يرسم على الخريطة فى شكل خط مستقيم مقسم إلى أقسام متساوية يذكر مدلولها أو قيم الأبعاد بوحدات القياس على الطبيعة. ويلاحظ أنها تذكر كاملة وليست بها كسور. ويعتبر مقياس الرسم بهذه الصورة من أفضل أنواع مقاييس الرسم، إذ أنه يمكن إيجاد أطوال المسافات المراد معرفتها على الطبيعة من واقع الخريطة مباشرة، كما يمكن تجنب العمليات الحسابية التى تصاحب المقاييس الأخرى.

ويظهر هذه المقياس بأشكال متعددة كما يلى:



شكل (٣٠) أشكال متعددة من المقياس الخطى

كما أن لهذا المقياس ميزة هامة وهى أنه يتمدد وينكمش مع تمدد وانكمـــاش ورق الخريطة بتعرضها للمؤثرات الجوية وخاصة الرطوبة، كما أنه لو أردنـــا تكبيـــر الخريطة أو تصغيرها فإنه سيكبر معها أو يصغر بنفس النسبة، وذلك على عكـــس المقياس الكتابى الذى سيظل كما هو مهما كبرت الخريطة أو صغرت[١].

د - *المقياس الخطى المقارن:*

هو مقياس خطى يمكن الاستفادة من جانبيه فـــى القيـــاس، فيقـــيس الكيلـــومترات وأجزائها من ناحية، والأميال من ناحية أخرى، أو يقيس الأمتار من جانب آخر.

وتجدر الإشارة إلى أن نقطة بدء القياس (صفر المقياس) واحدة فى المقياس ليمكن أن نحدد عليه أية مسافة بالكيلومترات وما يعادلها فى نفس الوقت بالأميال ولـــنفس المقياس، وهذا هو الذى يعطى هذا المقياس صفة (المقارن).

مثال: أرسم خريطة مقياسها ١ : ٥٠,٠٠٠ بحيث يقيس إلى أميال وكيلومترات.

الحل: يتم حساب ذلك كما يلي:

الميل الواحد على الطبيعة = ٦٣٣٦٠ بوصة

وهو يقابل على خط المقياس $\frac{٦٣٣٦٠}{٥٠,٠٠٠}$ = ١,٢٧ سم

أي يساوي بالسنتيمتر = ١,٢٧ × ٢,٥٤ = ٣,٢ سم

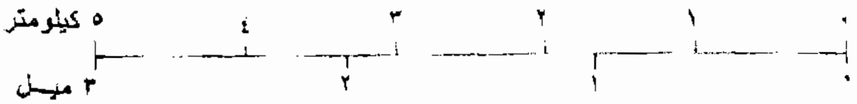
(١) المرجع السابق، ص ٣٦٠.

أما الكيلو متر على الطبيعة = ١٠٠,٠٠٠ سم

وهو يقابل خط المقياس $\frac{١٠٠,٠٠٠}{٥٠,٠٠٠}$ = ٢ سم

وبذلك نرسم خطا مستقيما، نقسم أحد جانبيه إلى أقسام متساوية، طول القسم ١,٢٧ بوصة أي مل يعادل ٣,٢ سم، ويمثل ميل واحد، ونقسم الجانب الآخر من الخط إلى أقسام متساوية أيضا طول كل منهما ٢ سم ويمثل، كيلومتر واحد.

ويظهر هذا المقياس على الشكل التالي:

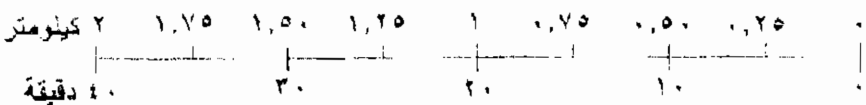


المقياس الخطى المقارن

هـ - المقياس الزمني:

ويستخدم هذا المقياس للمقارنة بين وحدات قياس المسافات (كيلومتر - ميل) ووحدة قياس الزمن (ساعة - دقيقة) وهو يشبه المقياس السابق (أي المقياس المقارن)، حيث نقوم برسم مستقيم يتم تقسيمه من أحد جوانبه إلى أقسام متساوية، كل قسم منها يمثل وحدة مسافات من ناحية، ويقسم الخط إلى أقسام متساوية من الجانب الآخر لتمثيل السرعة التى يمكن بها اجتياز المسافات الحقيقية على الطبيعة، وبالطبع تختلف السرعات من مكان إلى آخر فى المنطقة تبعاً لشكل السطح (شديد التضرس - متوسط التضرس - سهلى)، وكذلك تختلف تبعاً للوسيلة المستخدمة فى التنقل (سيارة - دراجة - على الأقدام)، ونستخدم هذا النوع من المقاييس فى الخرائط الحربية والعسكرية[١].

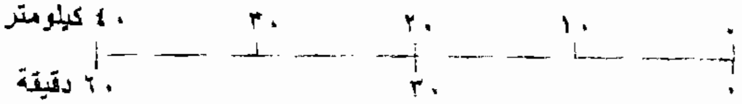
مثال (١):



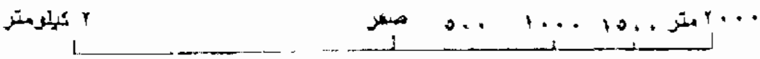
(١) حسن سيد حسن: بعض أساسيات ومبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠٠، ص ص ٢٩ - ٣٠.

ويشير إلى أن معدلات السرعة هنا ٢٠ دقيقة في الكيلومتر الواحد

مثال (٢):



ويشير هذا المقياس إلى أن معدلات السرعة هنا ٤٠ كيلومتر في الساعة وتجدر الإشارة إلى أنه في حالات كثيرة يتم في المقاييس الخطية أضافه قسم واحد مساو في طوله لأقسام المقياس الخطي ولكنه يضاف على يمين الصفر وليس على يساره، ويعرف هذا القسم بأسم (الورنية)[1] أنظر الشكل التالي:



ويمكن الاستفادة من الورنية في الحصول على قراءات ثانوية أصغر من الكيلو متر (كما هو موضح في الشكل السابق) حيث تمثل كل وحدة من وحدات المقيلس الخطي ٢ كيلومتر، أما الورنية فهي تقيس إلى نصف الكيلومتر.

تذكر عزيزي الطالب بعض القياسات الهامة وهي:

الكيلومتر	=	١٠٠٠ متر.
المتر	=	١٠ ديسيمتر.
الديسيمتر	=	١٠ سنتيمتر.
السنتيمتر	=	١٠ ملليمتر.
الكيلومتر	=	١٠٠,٠٠٠ سنتيمتر وهي حاصل ضرب ١٠٠٠ متر × ١٠٠ سنتيمتر.
الميل	=	١,٦ كيلومتر.
الميل	=	٦٣٣٦٠ بوصة.

(١) المرجع السابق، ص ٣٠ – ٣١.

للتحويل من كيلومتر إلى سنتيمتر نضرب فى ١٠٠,٠٠.

مثال : حول ٥ كيلومتر إلى سنتيمتر.

الحل : ٥ كيلومترات = ٥ × ١٠٠,٠٠٠ = ٥٠٠٠٠,٠٠.

للتحويل من سنتيمتر إلى كيلومتر نقسم على ١٠٠,٠٠.

مثال : حول ٣٠٠,٠٠٠ سنتيمتر إلى كيلومترات.

الحل : ٣٠٠,٠٠٠ سنتيمتر = $\frac{٣٠٠,٠٠٠}{١٠٠,٠٠٠}$ = ٣ كيلو متر.

و - مقياس الرسم الشبكي:

وهو مقياس خاص لبيان أجزاء أصغر على المقياس الخطى الدقيق فى حالة إذا كان المطلوب زيادة الدقة التى يقيس إليها هذا المقياس، وهى أجزاء قد تصل حد من الصغر بحيث يتعذر معه بيانها بالتقسيم العادى كأن تكون مثلا ١ على ١٠٠ من السنتيمتر أو البوصة.

مثال: أرسم مقياسا شبكيا لخريطة مرسومة بمقياس رسم ١ : ٤٠٠٠ يقرأ إلى أقرب متر صحيح.

الحل: كل ١ متر على الخريطة يقابله ٤٠٠٠ متر على الطبيعة.

كل ١٠٠ سم على الخريطة يقابلها ٤٠٠٠ متر على الطبيعة.

كل ١ سم على الخريطة يقابلها ٤٠ متر على الطبيعة.

خطوات عمل المقياس الشبكى:

١ - نرسم مقياسا خطيا يقيس إلى أمتار، بعد تقسيم يسار الصفر إلى أقسام متساوية كل واحد منها يساوى سنتيمترًا أو واحدًا ويمثل ٤٠ مترًا على الطبيعة على أن نبدأ بصفر ثم نتدرج إلى ٤٠، ٨٠، ١٢٠، ١٦٠، ٢٠٠، وهكذا.

٢ - نأخذ قسم على يمين الصفر طوله ١ سم ولكنه يساوى ٤٠ متر على الطبيعة. ولما كان المطلوب هو تقسيم هذا السنتيمتر إلى ٤٠ قسما، مما يجعله مستحيلا أو صعبا للغاية.

فإنه لابد من تقسيم هذا الجزء إلى قسمين يساوى كل منهما ٢٠ متر على الطبيعة ونصف سنتيمتر على الخريطة.

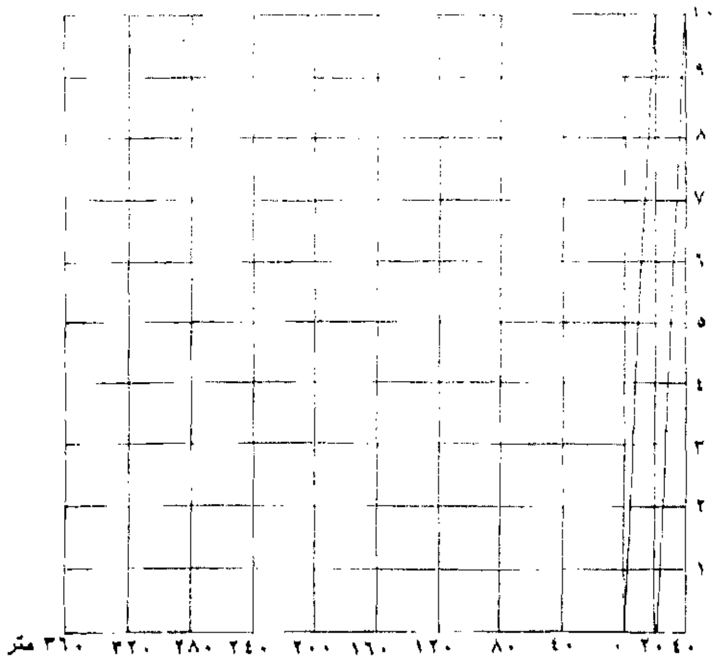
٣ – نقيم عمودا على النهاية اليمنى لخط المقياس بطول مناسب، ثم نحدد عليه عشر مسافات متساوية طول كل منها نصف سنتيمتر، وكل مسافة منها تمثل ٤ متر.

٤ – نرسم من نقاط التقسيم العشرة التى تم تحديدها مسبقا، خطوطا متوازية لخط القاعدة وبالطول نفسه.

٥ – نقيم أعمدة أخرى على المقياس الخطى من نقاط التقسيم، بحيث تكون موازية للعمود الأول المرسوم على يمين الصفر وبالطول نفسه، بحيث يتقاطع مع الخطوط الأفقية الموازية للمقياس الخطى وتتعامد عليه.

٦ – نعمل على تقسيم الجزء الواقع على الخط الأعلى والمحصور بين العمود الأول على يمين الصفر، والعمود الثانى القائم من نقطة الصفر إلى عشرة أجزاء ثانوية صغيرة، كما هى فى المسافة المقابلة لها على خط القاعدة.

٧ – ثم نقوم بتوصيل كل نقطة من نقاط التقسيم على الخط الأعلى مبتدئين من جهة اليمين بالنقطة التى تقع يسار النقطة المقابلة لها على الخط الأسفل.



شكل (٣١) مقياس شبكى لخريطة مقياسها ١:٤٠٠٠

تحويل مقاييس رسم الخريطة:

إذا تمكنا من معرفة مقياس رسم الخريطة سواء كان ذلك المقياس هو مقياس الرسم الكتابى، أو مقياس الكسر البيانى أو النسبى، أو مقياس الرسم الخطى، فإننا نستطيع تحويل أى نوع من هذه الأنواع إلى النوع الآخر.

وفيما يلى توضيح لهذه التحويلات من خلال العديد من الأمثلة:

أولاً : تحويل المقياس الكتابى إلى المقياس البيانى أو النسبى:

وهنا لابد من تحويل جانبى المقياس الكتابى إلى وحدة المقياس نفسها، وكتابة الناتج من هذه العملية فى صورة كسر مقامه واحد صحيح من وحدة القياس.

مثال (١): حول مقياس الرسم الكتابى ١ سنتيمتر لكل ٥ كيلومتر إلى مقياس الكسر البيانى أو النسبى.

الحل : نظراً لأن الكيلومتر الواحد = ١٠٠٠ متر

والمتر الواحد = ١٠٠ سنتيمتر

فإن الكيلومتر الواحد = ١٠٠٠ × ١٠٠ = ١٠٠،٠٠٠ سنتيمتر.

إذن السنتيمتر الواحد على الخريطة حسب هذا المقياس يمثل

= ٥ × ١٠٠,٠٠٠ = ٥٠٠،٠٠٠

إذن مقياس الكسر البيانى هو $\frac{١}{٥٠٠,٠٠٠}$

أما مقياس الرسم النسبى لها فهو ١ : ٥٠٠,٠٠٠

مثال(٢): حول مقياس رسم الخريطة الآتى ٤ بوصة : ١ ميل إلى مقياس الكسر البيانى أو النسبى.

الحل : بما أن الميل الواحد يساوى ٦٣٣٦٠ بوصة.

فإن الأربع بوصات على الخريطة بموجب هذا المقياس

= $\frac{٦٣٣٦٠}{٤}$ = ١٥٨٤٠ بوصة

إذن البوصة الواحدة = $\frac{١٥٨٤٠}{٤}$ = ٣٩٦٠ بوصة

أى أن ١ بوصة على الخريطة تمثل ٣٩٦٠ بوصة على الطبيعة.

إذن مقياس الكسر البيانى $\frac{١}{٣٩٦٠}$

أما مقياس الرسم النسبى فهو ١ : ٣٩٦٠

ثانيا : تحويل المقياس البيانى أو النسبى إلى المقياس الكتابى :

وهنا يجب الإشارة إلى أن المقياس الكتابى يتطلب أصغر الحالات أو الأرقام، ويكون ذلك عن طريق تحويل السنتيمترات أو البوصات إلى الكيلو مترات والأميال

مثال: حول مقياس الكسر البيانى $\frac{١}{٥٠٠,٠٠٠}$ إلى مقياس كتابى يقيس إلى كيلو مترات.

الحل: كل اسم على الخريطة يمثل ٥٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة.

وبما أن الكيلومتر الواحد = ١٠٠,٠٠٠ سم.

السنتيمتر الواحد = $\frac{٥٠٠,٠٠٠}{١٠٠,٠٠٠}$ = ٥ كيلومتر.

إذن المقياس الكتابى هو واحد سنتيمتر لكل ٥ كيلومتر

ثالثاً: تحويل المقياس البيانى والمقياس النسبى إلى المقياس الخطى :

وهذه العملية هى الأكثر أهمية وشيوعا فى تحويلات مقاييس الرسم من مقاييس عددية إلى مقاييس خطية.

وإذا ما أردنا القيام بتحويل المقياسين البيانى أو النسبى إلى المقياس الخطى، فلابد من رسم المقياس الخطى بحيث يقيس بالكيلومترات، وذلك نظراً لأن النظام المترى الفرنسى سهل القياس بسبب اشتماله على أعداد دورية (١٠، ٢٠، ٣٠، ٤٠) أو (٥٠، ١٠٠، ١٥٠، ٢٠٠، ٢٥٠).

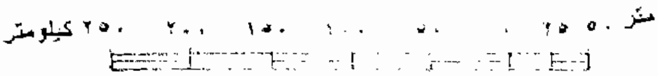
هذا بالإضافة إلى انتهائه بأصفار فى الغالب، بعكس النظام الميلى الإنجليزى الذى ينتهى بأرقام مختلفة وربما بكسور عادية أو عشرية، مما يؤدى إلى صعوبة العمليات الحسابية.

مثال: حول مقياس الرسم البيانى $\frac{١}{٥,٠٠٠,٠٠٠}$ أو مقياس الرسم النسبى ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ إلى مقياس خطى يقيس بالكيلو مترات بحيث يتم رسمه على الخريطة نفسها.

الحل: كل ١ سم على الخريطة يمثل ٥,٠٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة وبما أن الكيلومتر يساوى ١٠٠,٠٠٠ سم.

إذن ١ سم على الخريطة يعادل $\frac{٥٠٠٠,٠٠٠}{١٠٠,٠٠٠}$ = ٥٠ كم على الطبيعة

وتأتى بعد ذلك عملية رسم خط مناسب طوله ٥ سم، بحيث يتم تقسيمه إلى خمسة أقسام، كل قسم منها يساوى سنتيمتر واحد. ويمثل فى الوقت نفسه ٥٠ كيلومتر على الطبيعة، كما يتضح فى الشكل الأتى:



شكل (٣٢) مقياس خطى لخريطة مقياس رسمها البيانى ١:٥٠٠٠٠٠٠

إيجاد مقياس رسم خريطة مجهولة المقياس:

إذا وقعت بين أيدينا خريطة ذات مقياس رسم مجهول وأردنا معرفته، فإننا نستطيع ذلك بإحدى الطرق الثلاث الآتية[١]:

الطريقة الأولى:

نبحث عن خريطة للمنطقة نفسها ولكنها معلومة المقياس، ثم نقيس بعدا بين مكانين على الخريطتين المذكورتين ونحسب النسبة بين طول البعدين على الخريطتين.

(١) جودت أحمد سعادة: تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٢، ص ٢٠٦ – ٢٠٨.

ومن هذه النسبة، ومن مقياس رسم الخريطة معلومة المقياس نستطيع إيجاد مقياس رسم الخريطة مجهولة المقياس عن طريق استخدام المعادلة الآتية:

مقياس رسم الخريطة المجهولة المقياس =

$$\frac{\text{طول البعد على الخريطة مجهولة المقياس}}{\text{طول البعد على الخريطة معلومة المقياس}} \times \text{مقياس رسم الخريطة معلومة المقياس}$$

مثال: إذا كانت المسافة بين مدينتين أ، ب تبلغ ٤ سنتيمترات في خريطة مجهولة المقياس، وتبلغ ٨ سنتيمترات على خريطة بمقياس رسم ١ : ٨٠,٠٠٠ أوجد مقياس رسم الخريطة الأولى.

الحل: بتطبيق المعادلة السابقة:

مقياس رسم الخريطة مجهولة المقياس

$$= \frac{٤}{٨} \times \frac{١}{٨٠,٠٠٠} = \frac{٤}{٦٤٠,٠٠٠} = \frac{١}{١٦٠,٠٠٠}$$

إذن مقياس رسم الخريطة مجهولة المقياس هو ١ : ١٦٠,٠٠٠

الطريقة الثانية:

إذا لم تستطع الحصول على خريطة معلومة لأتباع الطريقة السابقة، فإنه يمكن إيجاد مقياس رسم الخريطة مجهولة المقياس بطريقة تقريبية أو تقديرية، وذلك باعتبار كل خط من خطوط الطول يساوى ٦٩ ميلا تقريبا أو ما يعادل ١١١ كيلومتر تقريبا حيث تكون خطوط الطول فى العادة أكثر استقامة.

مثال : أوجد مقياس رسم خريطة إذا علمت أن طول خط الطول الأوسط للخريطة هو ٦ سم أو حوالى ٢,٥ بوصة.

الحل:

$$\text{مقياس رسم الخريطة مجهولة المقياس} = \frac{\text{طول خط الطول فى الطبيعة}}{\text{طول خط الطول على الخريطة مجهولة المقياس}}$$

وبما أن طول خط الطول فى الطبيعة هو ١١١ كيلومتر.

وبما أن الكيلو متر الواحد يساوى ١٠٠، ٠٠٠ سنتيمتر.

فإن مقياس الرسم = ١١١ / ٦ × ١٠٠,٠٠٠ = ١١,١,٠٠ / ٦

إذن مقياس الرسم يصبح ١ : ١,٨٥٠,٠٠٠

أما إذا ما حسبنا مقياس الرسم على الطريقة الإنجليزية (الميل والبوصة) فيصبح الناتج على النحو التالى:

بما أن طول الخط فى الطبيعة ٦٩ ميلا.

وبما أن الميل يساوى ٦٣٣٦٠ بوصة فإن مقياس الرسم

= ٦٩ / ٢,٥ × ٦٣٣٦٠ = ٤٣٧١٨٤٠ / ٢,٥ = ١,٧٤٨,٧٣٦ بوصة

وبتقريب المقياس يصبح ١ : ١، ٧٥٠، ٠٠٠

الطريقة الثالثة:

نقيس أى بعد بين مدينتين على الخريطة مجهولة المقياس وليكن ٥ سنتيمترات، ونكون نحن على علم بالمسافة بين هاتين المدينتين على الطبيعة ولتكن ٢٥ كيلومتر، ونحسب النسبة بين الرقمين ليظهر لنا مقياس الرسم المجهول وذلك على النحو التالى:

البعد بين المدينتين على الخريطة مجهولة المقياس ٥ سم / النسبة بين الرقمين (المسافة بين المدينتين على الخريطة والطبيعة)

= ٥ سم / ٢٥ كم = ٥ سم / ٢٥ كم × ١٠٠,٠٠٠ = ٥ سم / ٢,٥٠٠,٠٠٠

= ٥ / ٢,٥٠٠,٠٠٠ = ١ / ٥٠٠,٠٠٠

أى أن مقياس الرسم هو ١ : ٥٠٠,٠٠٠

الفصل الرابع

أنواع الخرائط

تتعدد أنواع الخرائط وتتباين موضوعاتها ومقاييس رسمها، وتختلف هذه الأغراض تبعا للأهداف أو الأغراض التى يمكن تحقيقها من وراء عملية استخدامها. خاصة وأن الخرائط أصبحت ضرورة من ضرورات الحياة حيث أصبحت بمثابة وسيلة للتفاهم شأنها فى ذلك شأن اللغة.

ومن الصعوبة بمكان أن نقوم بتصنيف دقيق لأنواع استخدامات الخرائط الهائلة العدد، فضلا عن التباين الكبير فى مقاييس رسم هذه الخرائط.

وتصنف الخرائط تبعا لمجموعة من الأسس وهى موضوع الخريطة والغرض منها ومقياس الرسم.

وفيما يلى دراسة لهذه الأنواع:

أولاً: أنواع الخرائط حسب الغرض أو الموضوع:

(أ) الخرائط الطبيعية:

(١) **خرائط السطح (خرائط التضاريس):** وهى خرائط تمثل مظاهر سطح الأرض كالمرتفعات والمنخفضات والأنهار والوديان والبحيرات والملاحات والسواحل والجزر، وغير ذلك من مظاهر سطح الأرض التى لا دخل للإنسان فى وجودها.

(٢) **خرائط الطقس:** توضح خرائط الطقس حالة الجو فى إقليم ما لمدة زمنية قصيرة، قد تكون يوما أو لمدة أيام، وذلك من حيث الظاهرات المناخية والجوية من حرارة وضغط ورياح وسحب ومطر.

وكثيرا ما تصدر هذه الخرائط يوميا نظراً للتغيرات التى تطرأ على حالة الجو باستمرار.

(٣) **خرائط المناخ:** توضح هذه الخرائط الأحوال المناخية التى تسود مكاناً ما لمدة زمنية طويلة قد تكون شهراً أو فصل أو سنة، وذلك من حيث الحرارة والضغط والرياح والسحب والمطر.

وتختلف خرائط المناخ عن خرائط الطقس فى أمرين هما[١]:

(أ) أن خرائط الطقس توضح حالة الجو فى يوم واحد أو عدة أيام. أما خرائط المناخ فإنها توضحها فى مدة طويلة كشهر أو فصل أو سنة، وبهذا تكون خرائط المناخ عبارة عن متوسطات الأحوال الجوية.

(ب)أن جميع العناصر الجوية كالحرارة والضغط والرياح والأمطار توضح جميعها على خريطة طقس واحدة. أما خريطة المناخ فلا يوضح عليها عادة إلا عنصر واحد، إذ أن لكل عنصر خريطة مستقلة به، فللحرارة خريطة مستقلة وللضغط خريطة أخرى وللأمطار خريطة ثالثة وهكذا.

(٤) **الخرائط الجيولوجية:** وهى التى توضح التركيب الجيولوجى من توزيع الصخور المختلفة وما تحويه من معادن وحفريات، وتوضيح الأزمنة التى تكونت فيها، والحركات التى تأثرت بها القشرة الأرضية فى الأقاليم المختلفة. وتتمثل هذه الحركات فى الالتواءات والانكسارات.

وتوجد فى الخرائط الجيولوجية خطوطاً كنتورية تساعدنا على معرفة سمك وميل طبقات الصخور، ولا يخفى علينا ما لذلك من أهمية فى اكتشاف واستغلال المناطق التى توجد بها الثروات المعدنية[٢].

(٥) **الخرائط البحرية:** وهذه الخرائط توضح شكل تضاريس قيعان البحار والمحيطات، كما أنها توضح درجة الملوحة ودرجة الحرارة فى المياه، إلى جانب التيارات البحرية التى تسير فيها.

---

(١) محمد متولى موسى، إبراهيم أحمد رزقانة: قواعد الجغرافيا العلمية، مكتبة الأداب، الطبعة الثانية، القاهرة ١٩٦٩ م، ص ١٣٦.

(٢) جودة حسنين جودة، مرجع سبق ذكره، ص ٤٥١.

(٦) **خرائط النبات:** وهى التى تظهر عليها الأنواع النباتية المختلفة من غابات وحشائش ونباتات صحراوية وتوزيعها على جهات العالم المختلفة.

(ب) الخرائط البشرية:

وتضم هذه الخرائط الأنواع الآتية:

١ــ **خرائط السكان:** وهى الخرائط التى توضح توزيع الأجناس والسلالات البشرية (القوقازية – المغولية – الزنجية) وتوزيع السكان و كثافتهم ومعدل النمو وتيارات الهجرة، وغير ذلك من المعلومات عن خصائص السكان.

٢ــ **الخرائط الاقتصادية:** وتوضح هذه الخرائط الحرف والأنشطة الاقتصادية مثل الزراعة والثروة الحيوانية والثروة السمكية والصناعة ومصادر الطاقة والثروة المعدنية والتجارة الخارجية والسياحة، فضلاً عن استخدام الأرض Land use.

٣ــ **خرائط النقل والمواصلات:** وتبين هذه الخرائط طرق النقل والمواصلات بأنواعها المختلفة، والتى من أهمها السكك الحديدية والطرق البرية والبحرية والجوية والمواصلات السلكية واللاسلكية، وتظهر فى الخرائط حسب أهميتها وبما تؤديه من خدمات، وتفيد هذه الخرائط فى الرحلات والأسفار الداخلية.

٤ــ **الخرائط السياسية الإدارية:** وفى هذه الخرائط تظهر الحدود السياسية بين الدول المختلفة، ثم الحدود الإدارية بين المقاطعات أو المحافظات أو المديريات داخل الدولة الواحدة، ثم الحدود بين مراكزها أو نواحيها، كما يظهر بهذه الخرائط أيضاً عاصمة الدولة وأهم مدنها وقراها.

ثانياً: أنواع الخرائط تبعاً لمقياس الرسم:

تنقسم الخرائط حسب مقياس الرسم إلى:

(أ) الخرائط الكادسترالية Cadastral Maps أو التفصيلية:

وهى خرائط ذات مقياس رسم كبير، وهى تشتمل على تفاصيل كثيرة لمنطقة محدودة المساحة، وترسم بمقياس رسم ١ : ٥٠٠، أو ١ :٢٥٠٠، ويطلق على هذا النوع من الخرائط أيضاً مصطلح Plan أى الخريطة التفصيلية ذات المقياس الكبير لمنطقة محدودة المساحة[١].

(١) محمد محمد سطيحة، مرجع سبق ذكره، ص ٢٤.

وتنقسم الخرائط الكادسترالية إلى نوعين:

١- الخرائط الكادسترالية الزراعية:

ويوضح هذا النوع من الخرائط الأحواض الزراعية والحقول والمبانى والملكيات الزراعية والترع والمصارف، وتفيد هذه التفاصيل فى الأغراض الخاصة بالضرائب، كما تستخدم فى توضيح الدورة الذراعية وتعرف هذه الخرائط فى الريف بخرائط فك الزمام. وهى ترسم فى مصر وكذلك بريطانيا بمقياس رسم ١: ٢٥٠٠.

٢- الخرائط الكادسترالية المدنية (خرائط تفريد المدن):

وهى خرائط ذات مقياس أكبر حتى يمكن معه أن توضح تفاصيل ومعالم المدينة بشوارعها وميادينها ومبانيها وتفاصيلها الأخرى، وتتراوح مقاييس رسمها بين ١ : ١٠,٠٠٠، ١ : ١,٠٠٠، ١٥ : ٢٠,٠٠٠.

كما أن لمدن العالم الكبرى خرائط تفصيلية، وبعضها يوضح تقسيمات الأراضى التى تقام عليها المبانى من منشآت ومساكن. وتفيد هذه الخرائط فى برامج تخطيط المدن، لأنها تتخذ كخرائط أساسية توقع عليها أنواع الاستخدامات المختلفة فى المدينة، فضلاً عن فائدتها فى خدمة النشاط السياحى.

(ب): الخرائط الطبوغرافية:

هى خرائط ذات مقياس رسم كبير نوعاً ما، ويتراوح مقياس رسمها بين ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ إلى ١ : ٢٥٠٠٠. وتأتى أهمية هذه الخرائط كونها تمثل الظاهرات الطبوغرافية الطبيعية مثل الجبال والهضاب والسهول والأودية والمجارى المائية والسيول والرمال والسواحل والجزر والخلجان والبحيرات والمستنقعات، والظاهرات البشرية مثل مراكز العمران البشرى المختلفة مثل المدن والقرى والموانى والطرق والسكك الحديدية والمطارات والجسور والأنفاق والمنشآت الصناعية والمبانى الحكومية. وبذلك يمكن الإفادة من الخرائط الطبوغرافية فى جميع مجالات الحياة سواء المدنية منها أو العسكرية(١).

(١) محمود محمد عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبى: الخرائط ومبادئ المساحة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٣ م ص ١٦٥ - ١٦٦.

(ج) الخرائط العالمية أو المليونية Global Or World Maps:

وهى خرائط ذات مقياس رسم صغير، وعادة ما يكون ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠ أو أصغر من ذلك وتشمل خرائط الأطالس والخرائط التى توجد فى الكتب والصحف والمجلات، ولا يظهر إلا بعض التفاصيل التى غالباً ما تكون عامة وتعرض هذه الخرائط لمساحات كبيرة من العالم، فقد تشمل العالم كله أو قارة من القارات مما يؤدى إلى اختصار كثير من الظواهر والمعلومات الجغرافية.

ويمكن اتخاذ مثل هذه الخرائط كخرائط أساسية Base Maps أو الخرائط توقيعية نوقع عليها أنماط عامة من التوزيعات الجغرافية.

استخدام الخريطة فى الميدان أو الرحلة:

كثيراً ما نكون فى رحلة أو دراسة ميدانية ونحتاج إلى الخريطة لنستعين بها فى هذه الرحلة أو الدراسة الميدانية، فلابد من معرفة توجيه الخريطة أثناء السير والدراسة وقياس المسافات وتقديرها، ولذلك ينبغى اتخاذ الخطوات الآتية:

١- توجيه الخريطة:

يقصد بتوجيه الخريطة وضعها فى صورة أو فى وضع مماثل تماماً للمظاهر الطبوغرافية الموجودة فى الطبيعة، بحيث يصبح اتجاه الشمال على الخريطة مطابق لاتجاه الشمال الجغرافى على الطبيعة، وبالتالى بقية الاتجاهات وتصبح كل ظاهرة على الخريطة فى وضع مطابق لنظيرتها على الطبيعة. وهناك طرق متعددة لتوجيه الخريطة فى الطبيعة ومن أهمها:

(أ) توجيه الخريطة بالاستعانة بالظاهرات التى توضحها والأليداد[١]، حيث نفرض أن الراصد فى موقع محدد على الطبيعة وأراد توجيه الخريطة التى تمثل المنطقة الموجودة فيها. فما عليه إلا أن يبحث عن ظاهرة يراها على الطبيعة وفى نفس

(١) الأليداد: هى مسطرة التوجيه وهى عبارة عن مسطرة عادية، إلا أنه يوجد فى زاويتها قائمين، أحدهما عبارة عن شباك به شعرة رأسية، والثانى عبارة عن قائم به شرخ رأسى، وتستخدم مسطرة التوجيه بدلا من وضع الدبوسان على الخريطة، إذ يمكن وضعها بحيث يلامس حرفها موقع الظاهرتان (موقع الراصد والظاهرة المختارة)، ثم ينظر الراصد من خلال الشرخ ويحرك الخريطة حركة دائرية أفقية حتى تظهر الشعرة الرأسية منطبقة على الظاهرة المرصودة.

الوقت يستطيع أن يتعرف عليها فى الخريطة ثم يضع الخريطة على سطح مستو ويرسم خطاً مستقيماً على الخريطة يصل بين موقعه وهذه الظاهرة ويثبت دبوسين فى وضع قائم، الأول فوق موقعه؛ والثانى فوق الظاهرة التى اختارها ثم يحرك الخريطة حركة دائرية أفقية يميناً ويساراً حتى يصبح الدبوسان وموقع الظاهرة المختارة على الطبيعة على استقامة واحدة، أو خط نظر واحد. وبذلك يكون قد وجه الخريطة توجيهاً سليماً.

(ب) مطابقة أى ظاهرة خطية أو طولية بدلاً من رسم خط النظر مثل السكك الحديدية والطرق وأعمدة التليفون أو التلغراف أو الكهرباء، وما شابه ذلك، لأن مثل هذه الظاهرات يسهل التقاطها من الطبيعة والتعرف عليها فى الخريطة بسهولة. ويمكن توجيه الخريطة فى هذه الحالة بعد معرفة موقع الراصد عن طريق وضع الخريطة وضع يجعل خطوط هذه الظاهرات الطولية فى الطبيعة تنطبق على نظريتها فى الخريطة.

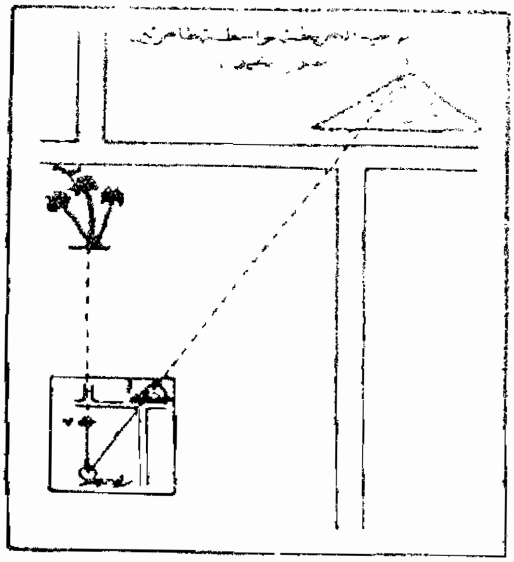
ويوضح الشكل رقم (٣٣) توجيه الخريطة بواسطة ظاهرتين.

تحديد اتجاه الشمال على الطبيعة:

فى البداية قبل أن نتحدث عن تعيين اتجاه الشمال الجغرافى لابد أن نميز بين مدلول الشمال الجغرافى أو الحقيقى True or Geographic North ومدلول الشمالى المغناطيسى Magnetic North فالشمال الجغرافى هو الطرف الشمالى لمحور الكرة الأرضية وهو نقطة ثابتة (دائرة عرض ٩٠ درجة شمالاً) والخط الواصل بين أى نقطة على سطح الأرض وبين نقطة القطب الشمالى يبين اتجاه الشمال الحقيقى أو الجغرافى.

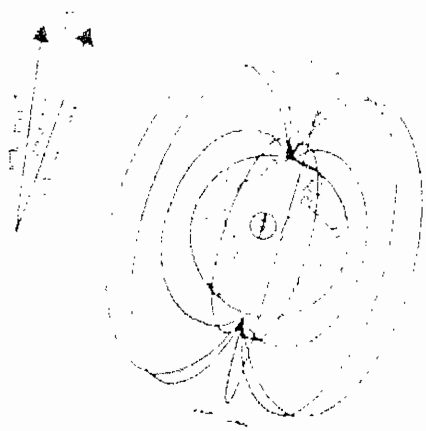
أما الشمال المغناطيسي فهو الاتجاه الذى تنجذب نحوه الإبرة المغناطيسية (البوصلة) إذا لم تقع تحت تأثير قوى مغناطيسى أخرى. ومركز القطب الشمالى يقع عند تقاطع خط طول ٣ ٩٦° درجة غرباً ودائرة عرض ٥ ٧٠° درجة شمالاً فى شبه جزيرة بوثنيا Bothinia فى شمال كندا.

والخط الواصل بين أى نقطة على سطح الأرض وبين نقطة القطب الشمالى المغناطيسى يبين اتجاه الشمال المغناطيسى.



شكل (٣٣) توجيه الخريطة بواسطة ظاهرتين

ويوضح الشكل رقم (٣٤) الشمال المغناطيسى والشمال الحقيقى. وتجدر الإشارة إلى أن موقع القطب الشمالى المغناطيسى يتغير ببطىء نتيجة لدوران الأرض حول نفسها وحول الشمس وتغير الجاذبية المغناطيسية للكرة الأرضية، لذلك نجد أنه فى بعض الأماكن ينطبق اتجاه الشمال المغناطيسى على اتجاه الشمال الحقيقى[١].



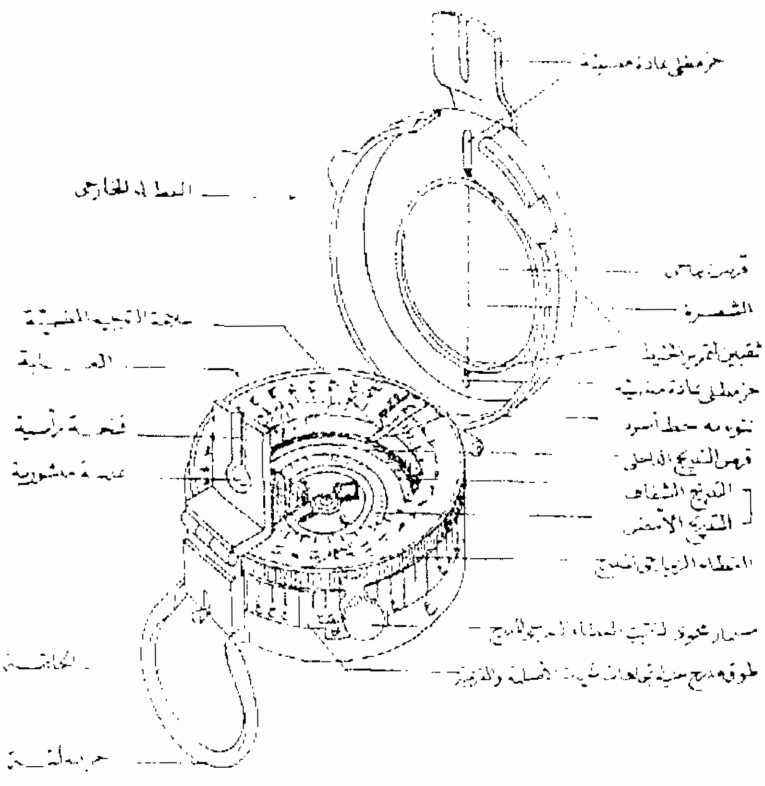
شكل (٣٤) الشمال المغناطيسى والشمال الحقيقى

(١) محمد فريد فتحي: مرجع سبق ذكره، ص ٣٢ - ٣٣ - ٨٦.

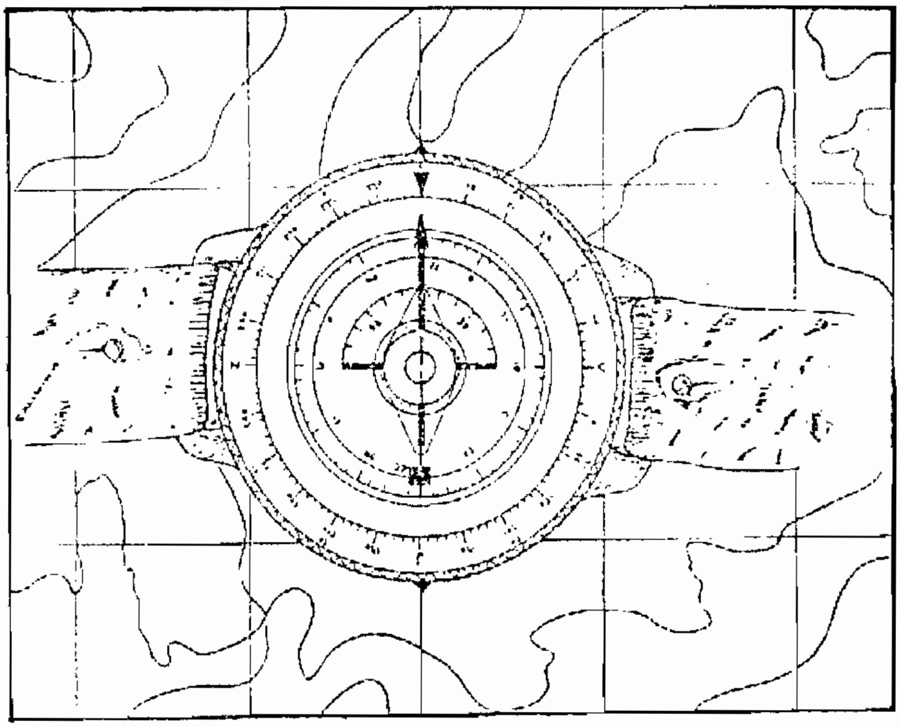
وهناك العديد من الطرق التى يمكن تحديد اتجاه الشمال على الطبيعة وأهمها:

(أ) استخدام البوصلة المغناطيسية (البوصلة المنشورية):

تستخدم هذه البوصلة فى حالة ما إذا كان اتجاه الشمال المغناطيسى موضحاً بالخريطة، ففى هذه الحالة نرسم من موقع الراصد (المبين على الخريطة) خطاً موازياً لاتجاه الشمال المغناطيسى (المبين على الخريطة) ثم نضع البوصلة بحيث يكون مركزها منطبقاً على النقطة التى تمثل موقع الراصد وتحرك الخريطة حركة أفقية دائرية يميناً ويساراً ناظرين إلى المنشور الزجاجى المركب على العلبة حتى تقرأ القراءة صفر وفى هذه الحالة تكون الخريطة موجهة توجيهاً صحيحاً بمعلومية اتجاه الشمال المغناطيسى. وتجدر الإشارة إلى أن إبرة البوصلة المغناطيسية تشير إلى اتجاه الشمال دائماً. ويوضح الشكلين (٣٥)، (٣٦) تركيب البوصلة المنشورية وكيفية استخدامها فى توجيه الخريطة.



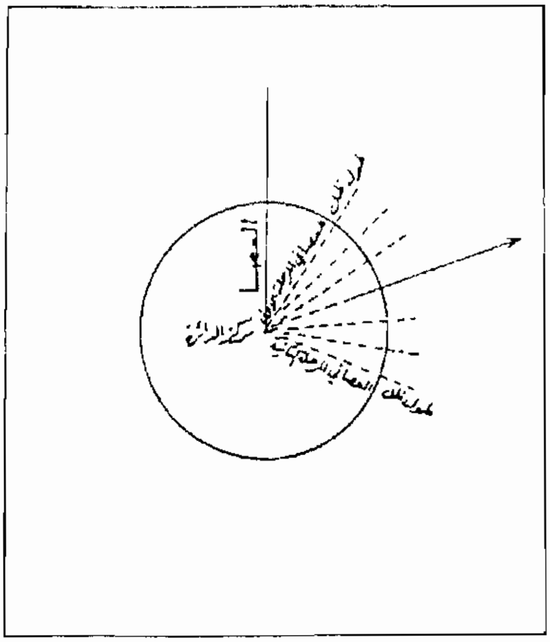
شكل (٣٥) تركيب البوصلة المنشورية (المغناطيسية)



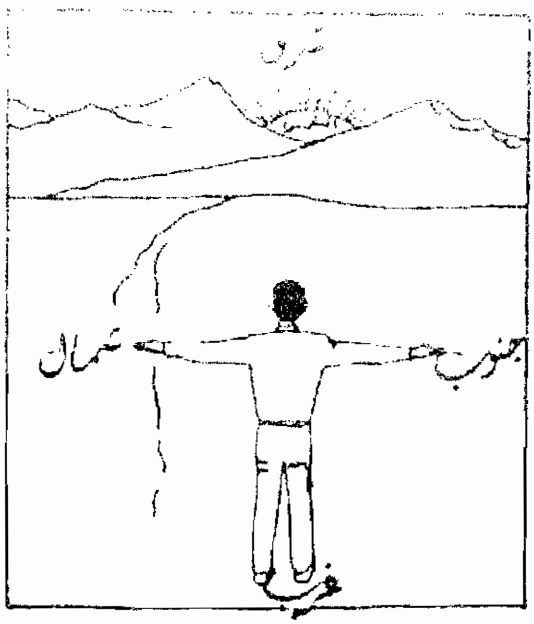
شكل (٣٦) توجيه الخريطة باستخدام البوصلة المنشورية

(ب) استخدام الشمس والعصا:

تعتبر الشمس الدليل الذى يحدد لنا الاتجاهات المختلفة فهى تشرق من اتجاه الشرق وتغرب فى اتجاه الغرب. فإذا كان الوقت وقت الزوال أى منتصف النهار فالظل الذى ينتج من عصا مستقيمة مثبتة عمودياً فى الأرض سوف يتجه نحو القطب الشمالى إذا كان فى نصف الكرة الشمالى، وبالتالى يكون ذلك اتجاه الشمال، كما أن الظل يتجه نحو القطب الجنوبى إذا كنا فى النصف الجنوبى للكرة الأرضية وبالتالى يكون ذلك اتجاه الجنوب ويكون الاتجاه المعاكس له تماماً هو الشمال أنظر الشكلين (٣٧)، (٣٨).



شكل (٣٧) استخدام الشمس والعصا فى تحديد جهة الشمال الحقيقى

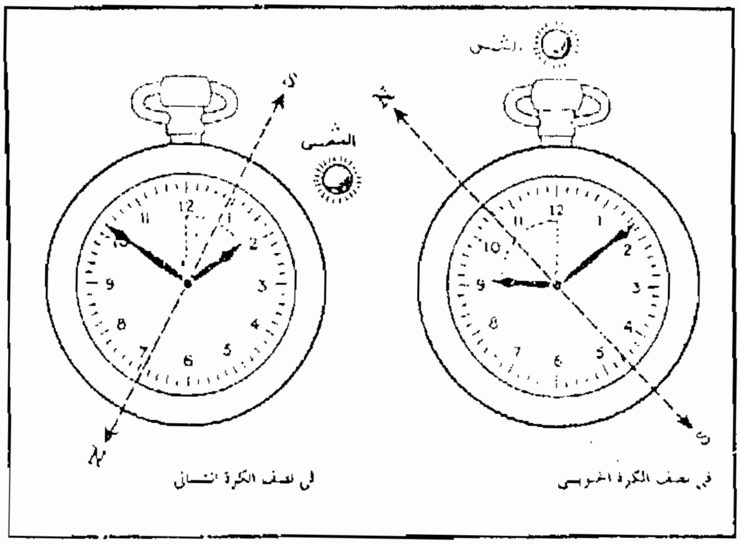


شكل (٣٨) تحديد الجهات الأصلية بالاستعانة بشروق الشمس

(ج) استخدام الساعة والعصا:

من السهل تعيين اتجاه الشمال الحقيقى بواسطة الساعة اليدوية العادية، وذلك بأن نضبعها فى وضع أفقى وندير‌ها حتى يصبح عقرب الساعات متجها نحو الشمس ثم ننصف الزاوية المحصورة بين اتجاه عقرب الساعات والخط الواصل من مركز الساعة نحو الرقم ١٢. فيكون اتجاه هذا المنصف هو اتجاه الجنوب وعلى ذلك يكون الاتجاه المضاد له هو اتجاه الشمال الحقيقى وذلك فى نصف الكرة الشمالى، ويكون العكس فى نصف الكرة الجنوبى.

ويوضح الشكل (٣٩) استخدام الساعة فى تحديد اتجاه الشمال الحقيقى.



عن: فتحي جعفر

شكل (٣٩) استخدام الساعة فى تحديد اتجاه الشمال الحقيقى

(د) استخدام الشمس والمزولة:

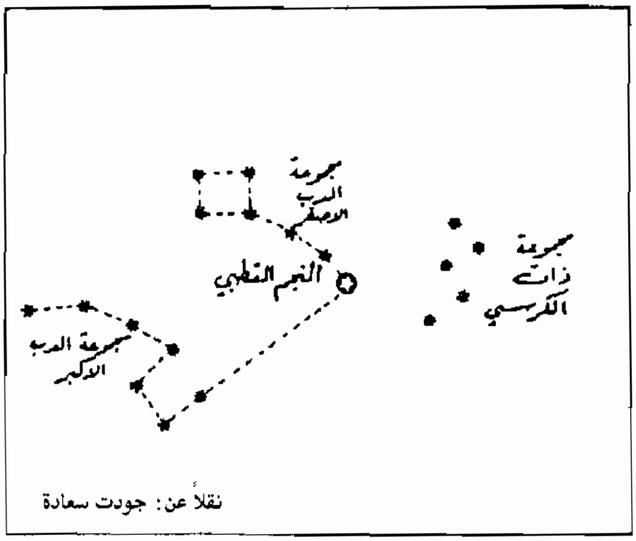
تتكون المزولة من قرص معنى مقسم إلى أقسام تشبه أقسام الساعة. وقد ثبت فى مركزها مؤشر يشير باستمرار إلى الرقم ١٢ ويكون هذا المؤشر فى وضع مائل بزاوية قدرها مساوية لدرجة عرض مكان الراصد. ويتم تعيين اتجاه الشمال الحقيقى بأن نضع المزولة أفقيا لتسقط عليها أشعة الشمس. وننظر فى ساعتنا ولتكن الثانية بعد الظهر مثلا فنحرك المزولة يميناً ويساراً حتى يقع الظل الذى

يحدثه المؤشر على الرقم ٢ فى قرص المزولة، وبذلك يكون مؤشر المزولة مشيراً نحو اتجاه الشمال الحقيقى[١].

(هـ) استخدام النجم القطبى:

يستعان بالنجم القطبى فى تحديد اتجاه الشمال الجغرافى ليلاً، وذلك حيث يمكن الاهتداء بالنجوم لتحديد اتجاه الشمال، وذلك عن طريق مجموعة الدب الأكبر النجمية التى تظهر فى السماء، وهى عبارة عن مجموعة من النجوم تنتظم فى شكل يشبه المغرفة أو الدب تتكون من سبعة نجوم ويتكون ذيل الدب أو يد المغرفة من ثلاثة نجوم بينما جسم الدب أو المغرفة يضم أربعة نجوم يعرف النجمان الأخيران منهما باسم الدليلين، فإذا أوصلنا بينهما بخط من قاع المغرفة إلى أعلاها ثم مد هذا الخط على استقامته إلى مسافة تعادل خمسة أمثال المسافة بين الدليلين تقريباً فإن هذا الامتداد يصل إلى نجم لامع عما سواه من النجوم المحيطة به هو النجم القطبى الذى يحدد موقعه بالنسبة للراصد اتجاه الشمال[٢].

ويوضح الشكل رقم (٤٠) تحديد الشمال الحقيقى بواسطة النجم القطبى.



شكل (٤٠) تحديد الشمال الحقيقى بواسطة النجم القطبى

(١) المرجع السابق ص ٣٣ – ٣٤.

(٢) أحمد على إسماعيل: الجغرافيا العامة موضوعات مختارة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٥ / ١٩٩٦، ص ٤١.

الفصل الخامس

قياس الأبعـاد على الخريطة

تعترض عملية قياس الأبعاد على الطبيعة العديد مــن المــشكلات، وأول هــذه المشكلات هى كروية الأرض، حيث نجد أنه من الصعوبة بمكان تمثيل هذه الكرويــة على الورق المسطح العادى، بدرجة تكون مطابقة لما هو عليه فى الطبيعة، مهما كان نوع مسقط الخريطة المستخدم فى الرسم. وثانى المشكلات التى تعترض عملية القياس هى مشكلة تضرس الأرض أى وجود تفاوت بين الارتفــاع والانخفــاض، فالجبــال والتلال والأودية لا يمكن أن نقوم بتمثيلها على الخريطة المسطحة أن نعرج لها على سطح الخريطة المستوى، حتى تبدو بشكلها الدقيق المجسم، بل تظهــر علــى شــكل خطوط كنتور ورسوم صغيرة.

الأدوات المستخدمة فى عمليات القياس:

وهناك مجموعة من الأدوات المستخدمة فى أجراء عمليات القياس وأهــم هــذه الطرق هى:

١ - **المسطرة العادية:** وتعتبر من أبسط الطرق المعروفة لقياس المسافات المستقيمة، فبعد قياس المسافة بين مكانيين على الخريطة بواسطة المسطرة، نقــوم بوضــع المسطرة على المقياس الخطى للخريطة ونقرأ فورا ما يعادل ذلك على الطبيعــة بالكيلومتر أو بالميل وذلك بالاستعانة بمقياس الرسم.

٢ - **الفرجار أو المقسم: Divider:** وقد سبق أن تعرضنا له وعبارة عن فرجــار ذو سنين معدنيين، ويستخدم فى قياس المسافات المتعرجة، فإذا كــان الخــط بــين مدينتين على الخريطة متعرجاً بدرجات بسيطة، أو إذا كان فيه انحناء على شكل

قوس، فإن استخدام الفرجار يصبح ضرورى. ويتم ذلك عن طريق فتح ذلك الفرجار لمسافة محددة مثل $\frac{١}{٢}$ سم مثلا، ثم يتم تحريك الفرجار فوق الخط المطلوب قياسه (دون رفعه عن هذا الخط) وفى النهاية نحسب عدد النقلات التى تمت، ومن ثم نعرف طول الخط من خلال معرفة عدد النقلات ولتكن ثمانية مثلاً، فيصبح طول الخط يساوى ٤ سم $\frac{(٨ \times ١)}{٢}$ = ٤ سم ويمكن بعد ذلك معرفة الطول على الطبيعة باستخدام مقياس الرسم.

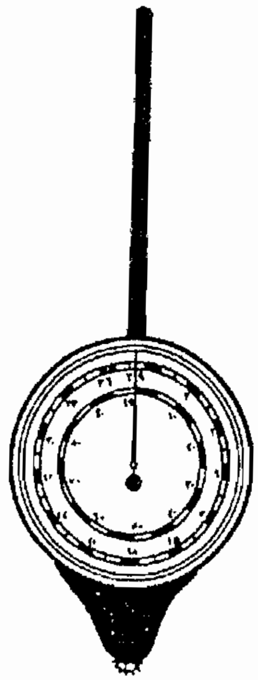
٣ - **الخيط**: إذا كان الخط بين مكانيين على الخريطة متعرجا للغاية، فيمكن استخدام خيط رفيع، وذلك عن طريق تتبع كل تعرج من التعرجات الموجودة بين هذين المكانين، وبعد الانتهاء من قياس تلك التعرجات أو الإنحناءات، نعمل على شد الخيط جيداً وقياسه على المسطرة العادية بالسنتيمترات، ثم تطبيق هذا الطول على المقياس الخطى لمعرفة ما يعادله بالكيلومترات على الطبيعة.

٤ - **عجلة القياس Opisometer**: وتعتبر أكثر وسائل الأبعاد على الخريطة من حيث الدقة والسرعة، وبخاصة إذا كانت الخطوط متعرجة أو شديدة الانحناء كأودية الأنهار أو الطرق الجبلية الملتوية. وتتركب العجلة شكل (٤١) من قرص دائرى تم تغليفه بلوح زجاجى كى يحافظ على سطح القرص والمؤشر المعدنى من التلف.

وقد تم رسم دائرتين أو اكثر على ذلك القرص، كل دائرة منها رسمت حسب قياس رسم معين، بعضها يقيس بالكيلومترات وبعضها يقيس بالأميال فى الدائرة الصغرى الداخلية مقسمة إلى ٩٩ قسما، منها يشير إلى كيلومتر واحد. فى حين تم تقسيم الدائرة الكبرى الخارجية إلى ٣٩ قسما كل قسم منها يشير إلى ميل واحد ويوجد فى مركز هاتين الدائرتين مؤشر يشبه عقرب الساعة، تم ربطه بعجلة صغيرة مسننة فى أسفل القرص.

فإذا أردنا قياس أى خط متعرج على الخريطة، لابد من ضبط هذا العقرب أو المؤشر على صفر القياس فى الدائرتين، ثم نضع العجلة الصغيرة المسننة على بداية الخط ونبدأ بتحريكها باتجاه دوران عقرب الساعة على الخط المراد قياسه.

وبعد الوصول إلى نهاية الخط أو عند المكان أو المدينة المطلوبة نرفع العجلة ونقرأ الرقم الذى وصل إليه المؤشر سواء على المقياس الكيلو مترى إذا كانت الخريطة تستخدم المقياس الفرنسى أو المقياس الميلى إذا كانت الخريطة تستخدم المقياس الإنجليزى. ونظراً لأن كل قسم على المقياس الفرنسى يساوى كيلومتر واحد، فان العجلة لو سارت مسافة ستة سنتيمترات يعنى أن المسافة الحقيقية على الطبيعة تعادل ٦ كيلومتر، فى حين لو كان المقياس على النظام الميلى الإنجليزى وسجلت العجلة ست بوصات لكانت تعادل ستة أميال على الطبيعة.



شكل (٤١) عجلة القياس

مثال (١): على خريطة بمقياس ١ : ٤٠٠,٠٠٠، قيس مجرى نهر منها بعجلة القياس فأشار العقرب إلى الرقم ٢٠ أحسب طول هذا المجرى .

الحل: القراءة على العجلة ٢٠ كم

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٤٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة

أى أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٤ كم على الطبيعة

إذن طول النهر = ٢٠ × ٤ = ٨٠ كم.

مثال (٢): على خريطة بمقياس ٢ بوصة للميل قيس طريق يربط بين مدنيين بها فأشار العقرب إلى الرقم ٤٣. أحسب طول الطريق.

الحل: القراءة على العجلة ٤٣ ميل.

وبما أن كل ٢ بوصة على الخريطة يقابلها $\frac{١}{٢}$ ميل

أى أن كل ١ بوصة على الخريطة يقابلها $\frac{١}{٢}$ ميل

أذن طول الطريق = $\frac{٤٣}{٢}$ × ١ = ٢١,٥ ميل

قياس المساحات على الخريطة :

تعد قياس المساحات على الخرائط ذات أهمية قصوى لكل مستخدمى الخرائط سواء الجغرافيين أو العسكريين أو المهندسين أو المعلمين أو الطلاب، وخاصة إذا كانت مساحة المنطقة أو الإقليم غير معروفة من قبل، وكان شكل الخريطة غير منتظم، ومع أن مساحات الدول معروفة ومكتوبة فى الأطالس أو الكتب الإحصائية السنوية الدولية، إلا أن إلمام الطالب بطريقة حساب المساحات على الخريطة يعتبر من الأمور الضرورية، حتى يتمكن من استخراج المساحات الإدارية التى تضمها الدول سواء كانت محافظات أو ولايات أو مقاطعات أو بعض مناطقها الزراعية أو بعض بحيراتها أو مناطقها الجبلية أو السهلية.

وتنقسم طرق قياس المساحات إلى مجموعتين هما الطرق التخطيطية، والطرق الآلية وفيما يلى توضيح لهذه الطرق:

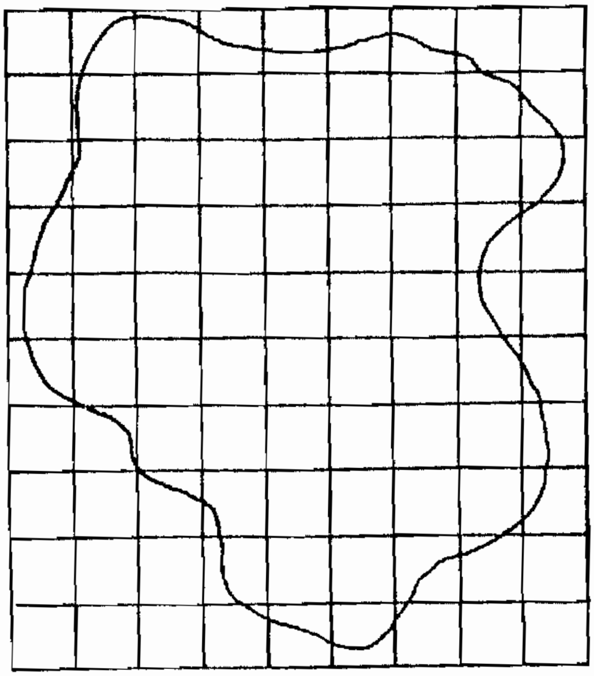
أولاً الطرق التخطيطية:

وهى الطرق التى يتم بواسطتها استخدم الخطوط والرسوم البيانية والأشكال الهندسية المختلفة. وتشمل هذه الطرق الآتية:

١- **طرق المربعات:** وتتم هذه الطريقة بتقسيم الخريطة المطلوب قياس مساحتها إلى مربعات طول ضلع كل مربع ١ سم، ثم نحسب مجموع عدد المربعات داخل الخريطة. وتتم عملية حساب المربعات الكاملة أولاً، ثم تقدير عدد المربعات الناقصة أو تقريبها ثم الرجوع إلى مقياس رسم الخريطة المطلوب قياس مساحتها، ونقوم بحساب تلك المساحة حيث يتم حساب مساحة المربع الواحد فى الطبيعة وضرب عدد المربعات التى يتكون منها الشكل فى مساحة المربع الواحد فنحصل على إجمالى مساحة الشكل، ولما كانت بعض المربعات لا تكتمل داخل الشكل فإنه يمكن اعتبارها مربعات ناقصة، وهنا يمكن اعتبار كل اثنين منهما تمثل مربعاً واحد.

مثال: الشكل التالى يوضح قطعة من الأرض، والمطلوب حساب مساحتها علماً بأن مقياس الرسم هو ١ : ٣٠٠,٠٠٠.

الحل: نقوم برسم شبكة من المربعات على ورق شفاف ونضعها أسفل الخريطة للعمل على تقسيمها إلى مربعات طول ضلعي كل مربع (١ × ١ سم). أو نقوم برسم شبكة من خطوط المربعات على الخريطة نفسها. ثم نحسب مجموع عدد المربعات الكاملة والناقصة.



شكل (٤٢) حساب مساحة شكل بواسطة طريقة المربعات

وفى هذا المثال: أبعاد كل مربع ١ سم × ١ سم.

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابله ٣٠٠,٠٠٠ سم على الطبيعة.

فأن ١ سم على الخريطة يقابله ٣ كم على الطبيعة.

أى أن مساحة كل مربع = طول الضلع × نفسه.

= ٣ × ٣ = ٩ كم٢

وبحصر عدد المربعات نجد أن: عدد المربعات الكاملة ٤٠ مربعا.

عدد المربعات الناقصة ١٩ مربعا.

إجمالي عدد المربعات التى يتكون منها الشكل = عدد المربعات الكاملة +

$$\frac{\text{عدد المربعات الناقصة}}{٢} \quad \frac{٤٠ + ٣١}{٢} = ٧١ = ٥٥,٥ \text{ مربعا}$$

$$= ٤٠ + \frac{٣١}{٢} = ٥٥,٥ \text{ مربعًا}$$

ولما كانت مساحة المربع الواحد = ٩ كم^{٢}

أذن المساحة الكلية للشكل = ٥٥,٥ × ٩ = ٤٩٩,٥ كم^{٢}

(٣) طريقة الأشكال الهندسية:

تتم هذه الطريقة بعد تقسيم الخريطة المطلوب معرفة مساحتها إلى أشكال هندسية متعددة، كالمستطيل والمربع والمثلث والدائرة والمعين وشبه المنحرف والشكل الخماسي والسداسي. وبعد ذلك يتم حساب مساحة كل شكل من خلال القوانين الرياضية وهى:

مساحة المربع = طول الضلع × نفسه

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مساحة المثلث = $\frac{١}{٢}$ القاعدة × الارتفاع

أو $= \frac{\text{القاعدة × الإرتفاع}}{٢}$

مساحة شبه المنحرف =

نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين × الارتفاع العمودى بينهما.

مساحة المعين = $\frac{\text{القطر الأول × القطر الثاني}}{٢}$

أو نصف حاصل ضرب القطرين.

مساحة الدائرة = ط نق^{٢}

$= \frac{٢٢}{٧}$ (نسبة ثابتة) × (نصف القطر)^{٢}

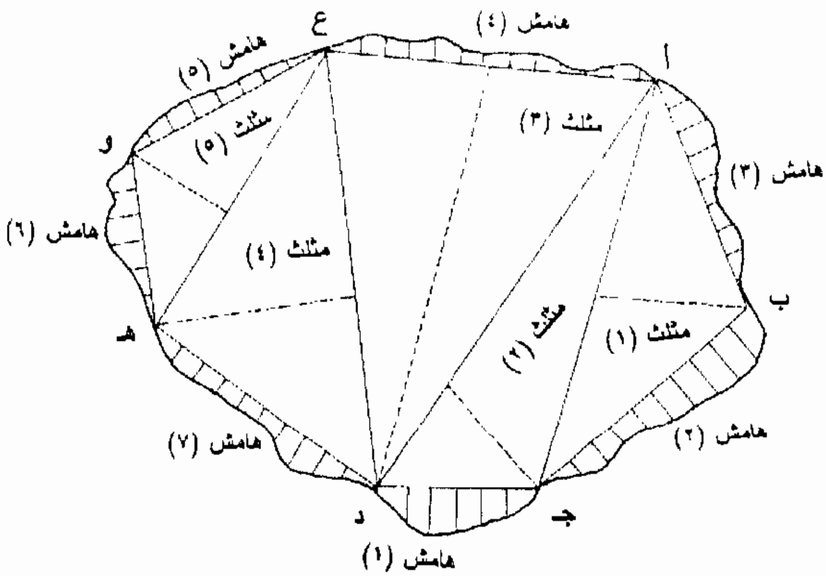
مساحة الشكل الخماسى = ١,٧٢ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

مساحة الشكل السداسى = ٢,٦ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

مساحة الشكل الثمانى = ٤,٨٣ × (طول ضلع الشكل)^{٢}

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تبقى بعض أجزاء من الشكل يصعب رسمها فى شكل هندسى لعدم حدودها، وهنا يتم تحشية هذه الأجزاء والتى تمثل مناطق هامشية، ويـــتم ذلك عن طريق خطوط تحشية ترسم متعامدة على خط القاعدة الذى يكون دائما خطـــا مستقيما ويطلق على هذا الطريقة اسم طريقة المضلع.

مثال (١): أحسب مساحة الشكل الأتى والذى يمثل قطعة من الأرض.



شكل (٤٣) حساب مساحة شكل بطريقة الأشكال الهندسية وخطوط التحشية

الحل:

نقوم بتقسيم قطعة الأرض إلى عدة مثلثات بلغت ٥ مثلثات وتبقت خمس منـــاطق هامشية رسمت عليها خطوط التحشية لتوضيح اتجاهاتها وكيف تكون متعامدة على خط القاعدة، ثم بعد ذلك يتم مساحة الأشكال الهندسية وهى فى الـــشكل الـــسابق عبارة عن خمس مثلثات، وكذلك يتم قياس مساحة الأشكال الهامشية الخامسة، ثـــم يتم جمع مساحة كل هذه الأشكال معاً فنحصل على أجمالى مساحة الشكل.

مساحة المثلث (١) (أ ب ج) = $\frac{٤,٥ \times ٢,٥}{٢}$ $\frac{١١,٢٥}{٢}$ = ٥,٦ سم^{٢}

مساحة المثلث (٢) (أ ج د) = $\frac{٢ \times ٢}{٢}$ = ٢ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٣) (أ د ع) = $\frac{٥ \times ٦,٧}{٢}$ $\frac{٣٣,٥}{٢}$ = ١٦,٨ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٤) (د هـ ع) = $\frac{٤ \times ٣}{٢}$ = ٦ سم^{٢}.

مساحة المثلث (٥) (هـ و ع) = $\frac{٢,٥ \times ٢}{٢}$ = ٢,٥ سم^{٢}.

ثم يتم قياس مساحة المناطق الهامشية بعد رسم خطوط التحشية السابق الإشارة إليها بشرط أن تكون هذه الخطوط عمودية على خط القاعدة ومرسومة على مسافات متساوية (يفضل ألا تتجاوز ٢ مليمتر) ونستخدم القانون التالى[١]:

مساحة المنطقة الهامشية = $\frac{\text{مجموع أطوال خطوط التحشية} \times \text{طول خط القاعدة}}{\text{عدد خطوط التحشية}}$

مساحة المنطقة الهامشية رقم (١):

وبعد قياس أطوال التحشية فى هذه المنطقة فكانت ٤، – ٥، – ٧، سم وبجمعها وقسمها على عددها = ١,٦ ÷ ٣ = ٥٣، سم.

ويضرب الناتج فى طول الضلع المقابل لخطوط التحشية وهو ٢,٥ سم.

للحصول على مساحة الجزء = ٥٣، × ٢,٥ = ١,٣ سم.

وبالمثل يمكن الحصول على مساحة الأجزاء المهشرة.

مساحة المنطقة الهامشية رقم (٢):

بعد قياس الأطوال التحشية فى هذه المنطقة فكانت: ٧، –٧، –٦، –٥، –٤، سم

(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره، ص ٤٦.

وبجمعها وقسمها على عددها = ٢,٩ ÷ ٥ = ٥٨ ، سم

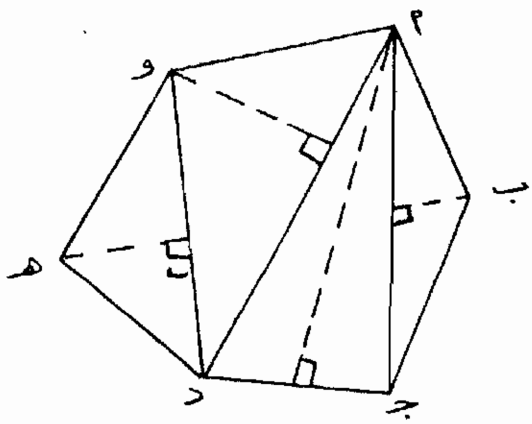
ونضرب الناتج فى طول الضلع المقابل لخطوط التحشية وهو ٤,٥

للحصول على مساحة الجزء = ٥٨، × ٤,٥ = ٢,٦١ سم

تمرين: يقوم الطالب بحساب باقى مساحات المناطق الهامشية المهشرة بنفس الطريقة السابق الإشارة إليها ثم يقوم بجمع مساحة هذه المناطق جميعها وليكون الناتج مساحة مناطق التحشية أو الهامشية المشهرة.

ثم يقوم بجمع مساحة المثلثات التى سبق حسابها وبعد ذلك يقوم بحساب مساحة الشكل (المثلثات + الأجزاء المهشرة) واخيرا يقوم بحساب مساحة الشكل حسب مقياس الرسم المذكور.

مثال (٢) أحسب مساحة المنطقة الموضحة فى الشكل الذى أمامك والمحددة بخطوط مستقيمة علما بأن مقياس رسمها ١ : ٢٠٠,٠٠٠



الحل: الخطوة الأولى: نقسم المنطقة إلى مجموعة مثلثات ونعين أرتفاعاتها ونقيس أطوال الأضلاع والأرتفاعات

الخطوة الثانية : نحسب مساحة كل مثلث بإحدى الطرق التالية:

(١) مساحة المثلث = $\frac{\text{القاعدة × الإرتفاع}}{٢}$

أو $\frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع

(٢) مساحة المثلث المتساوى الأضلاع = ٤٣٣، ج^{2}

حيث ج = طول ضلع المثلث

(٣) إذا كان المعلوم أطوال أضلاعه الثلاثة

مساحة المثلث = $\sqrt{ح (ح - أ) (ح - ب) (ح - ج)}$

حيث أ، ب، ج = أطوال أضلاع المثلث

ح = نصف محيط المثلث = $\frac{أ + ب + ج}{2}$

وبتطبيق الطريقة الأولى نحصل على النتيجة التالية:

مساحة المثلث أ ب ج = $\frac{٦,٥ \times ١,٥}{٢}$ = ٤,٩ سم^{2}

مساحة المثلث أ ج د = $\frac{٣,٥ \times ١,٥}{٢}$ = ١١,٤ سم^{2}

مساحة المثلث أ د و = $\frac{٧ \times ٣}{٢}$ = ١٠,٥ سم^{2}

مساحة المثلث د و هـ = $\frac{٥ \times ٢,٥}{٢}$ = ٦,٣ سم^{2}

جملة مساحة الشكل على الخريطة = ٤,٩ + ١١,٤+٦,٣ = ٣٣,١ سم^{2}

نحسب مساحة الشكل على الطبيعة

وبما أن كل ١ سم على الخريطة يقابل ٢ كم على الطبيعة

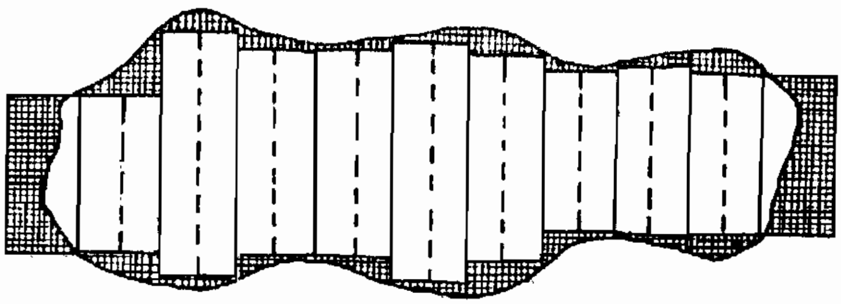
أذن مساحة الشكل على الطبيعة = ٣٣,١ × ٢ = ٦٦,٢ كم^{2}

(٣) طريقة الشرائح : Strip Method

ويطلق عليها أحيانا طريقة المستطيلات. وهى من أسرع الطرق التخطيطية وأيسرها استعمالا، ولكنها قد تكون أقلها دقة. وتتلخص هذه الطريقة فى رسم عدة

خطوط متوازية على الخريطة المطلوب حساب مساحتها بحيث تكون المساحة التي تفصل هذه الخطوط ثابتة وواحدة كأن تكون سنتيمترا واحدا أو أثنين مثلا. فتتحول الخريطة بالتالى إلى مجموعة من المستطيلات التى يمكن حساب مساحتها وربطها بمقياس رسم لاستخراج المساحة الكلية التقديرية لها.

مثال: احسب مساحة الشكل الذى أمامك علماً بأن مقياس الرسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠.



شكل (٤٤) حساب مساحة شكل بطريقة الشرائح

الحل: بعد تقسيم الشكل إلى مجموعة من المستطيلات، نعطى كل مستطيل رقماً محدداً.

ونوجد مساحة الشكل بهذه الطريقة بعد حساب الآتى:

مساحة المستطيل = الطول × العرض

مساحة المستطيل الأول = ٢,٥ ×١ = ٢,٥ سم^{٢}

مساحة المستطيل الثانى = ٢,٥ × ١ = ٢,٥ سم^{٢}

مساحة المستطيل الثالث = ٢,٧ × ١ = ٢,٧ سم^{٢}

مساحة المستطيل الرابع = ٣ × ١ = ٣ سم^{٢}

مساحة المستطيل الخامس = ٣,٧ × ١ = ٣,٧ سم^{٢}

مساحة المستطيل السادس = ٣,٧ × ١ = ٣,٧ سم^{٢}

مساحة المستطيل السابع = ٣,٥ × ١ = ٣,٥ سم^{٢}

مساحة المستطيل الثامن = ٣× ١ = ٣ سم^{٢}

مساحة المستطيل التاسع = ٣,٥ × ١ = ٣,٥ سم^{٢}

مساحة المستطيل العاشر = ٤ × ١ = ٤ سم^{٢}

مساحة المستطيل الحادى عشر ٣ × ١ = ٣ سم^{٢}

وبجمع مساحات هذه المستطيلات تكون مساحة الشكل نحو ٣٥,١ سم^{٢}، وبعد ذلك يمكن الحصول على مساحة الشكل على الطبيعة.

وتوجد كذلك مجموعة ناقصة من المستطيلات بجانب المستطيلات السابقة أو فوقها أو أسفلها يمكن تقدير مساحتها بحوالى ٤ سم.

ثم نقوم بجمع مساحة المستطيلات الكاملة والمستطيلات الناقصة، فيظهر لنا مجموع مساحة الخريطة بالسنتيمترات المربعة كالآتى:-

مساحة الشكل = مجموع المستطيلات الكاملة + مجموع المستطيلات الناقصة على الخريطة.

= ٣٥,١ + ٤ = ٣٩,١ سم^{٢}

وبما أن مقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥٠,٠٠٠

إذن فإن السنتيمتر على الخريطة يعادل ٢٥٠,٠٠٠ سنتيمتر على الطبيعة

وبما أن الكيلو متر الواحد يساوى ١٠٠,٠٠٠

إذن السنتيمتر الواحد على الخريطة يساوى $\frac{٢٥٠,٠٠٠}{١٠٠,٠٠٠}$ = ٢,٥ كم

بينما نجد أن السنتيمتر الواحد على الطبيعة = ٢,٥ × ٢,٥ = ٦,٢٥ كم

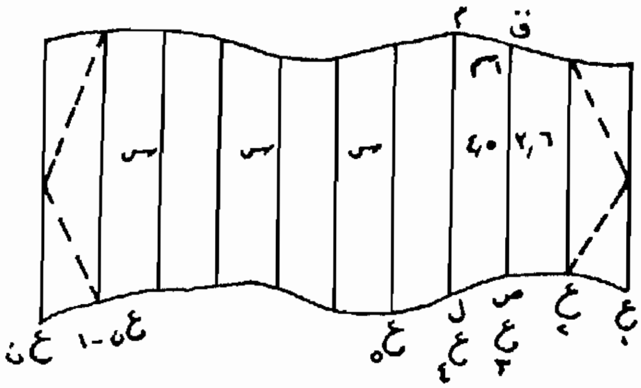
(٤) طريقة شبه المنحرف:

تعتمد هذه الطريقة على تقسيم الشكل المراد قياس مساحته إلى عدة خطوط عرضية ذات مسافات متساوية فيما بينها، ثم إيجاد مساحة كل منطقة محصورة بين كل خطين على اعتبار أنها تأخذ شكل شبه منحرف، أو بمعنى آخر أن كل جزء من خط الحدود المنحنى والمحصور بين كل خطين رأسيين متجاورين عبارة عن خط مستقيم.

والمعروف أن مساحة شبه المنحرف = (مجموع القاعدتين المتوازيتين ÷ ٢ × الارتفاع) والقاعدتان المتوازيتان فى مثالنا هذا تتمثلان فى الخطوط المتوازية السابق رسمها.

مثال: أحسب مساحة الشكل الذى أمامك علما بأن مقياس رسم الشكل ١ : ٢٥٠,٠٠٠.

الحل: الطريقة الأولى: نحسب مساحة كل شبه منحرف على حدة ثم نجمع المساحات للحصول على مساحة الشكل المطلوب.



شكل (٤٥) حساب مساحة شكل بواسطة طريقة شبه المنحرف

ففى المثال الذى أمامنا لحساب مساحة شبه المنحرف ق ص ل م والذى فيه طول القاعدتين ٣,٦ سم، ٤,٥ سم والارتفاع ١ سم.

نجد أن مساحته = $\frac{٣,٦ + ٣,٤}{٢}$ × ١ = $\frac{٧ \times ١}{٢}$ = ٣,٥ سم.

وعلى أساس أن كل١ سم على الخريطة يقابل٢٥٠,٠٠٠ سم على الطبيعة

كل ١ سم على الخريطة يقابل ٢٥٠ متر على الطبيعة

إذن مساحة السنتيمتر المربع = ٢٥٠ × ٢٥٠ = ٦٢٥٠٠ م^{٢}

إذن مساحة شبه المنحرف على الطبيعة = ٦٢٥٠٠ × ٣,٥ = ٢١٨٧٥٠ م^{٢}

وهكذا وبنفس الطريقة تحسب مساحة كل أشباه المنحرفات الأخرى، ثم تجمع هذه المساحات لتعطى مساحة الشكل بأكمله.

الطريقة الثانية:

على فرض أن الخطوط المتوازية التى سبق رسمها هى علـــى الترتيـب $ع^{١}$، $ع^{٢}$، $ع^{٣}$، $ع^{٤}$، ..... $ع ن^{-١}$، ع ن.

فان إجمالي مساحة الشكل = $\frac{س\ (ع١ + ع٢ + ع٣ + ٠٠٠٠ + ع\ ن-١)}{٢}$

حيث س عبارة عن العرض المشترك بين كل الخطوط، ويراعى انه إذا كان الشكل مدبب الطرفين كما هو موضح بالخطوط المتقطعة بالشكل السابق، فإن كـلا مـن ع١، ع ن يصبح صفرا. وعلى ذلك يصبح القانون كالتالى:(١)

مساحة الشكل = س (ع٢ + ع٣ + ٠٠٠+ ع ن +١)

ثانياً الطرق الآلية: Mechanical Methods

وهى أكثر دقة فى استخراج مساحة المناطق أو الخرائط المختلفة، وتتمثـل أهـم الأجهزة المستخدمة فيها فى الآتى:

١ – مسطرة التفدين Computing Scale

تتركب مسطرة التفدين شكل (٤٦) من مسطرة عادية من الخشب يبلغ طولها ٦٠ سم.

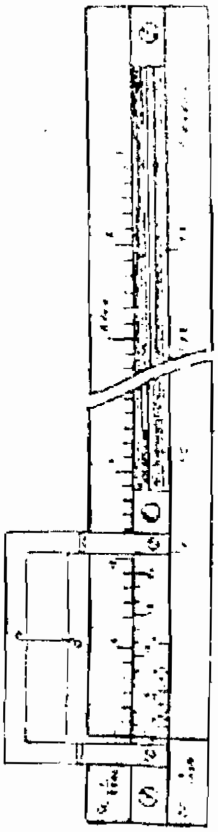
ويوجد فى وسطها وفى اتجاه طولى مجرى تنزلق منه قطعة معدنية مثبتبها إطار معدنى بارز عن حافة المسطرة ومركب فى وسطه سلك رفيع اتجاهه عمودى علـى طول المسطرة ويعرف بالشعرة.

وقد أطلق عليها أسم مسطرة التفدين لأنها مقسمة ومدرجة بحيث تقيس مباشـرة الفدان وكسوره.

ونظرا لان جميع خرائط المساحة المتداولة فى مصر مرسومة بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠، ١ : ١٠٠٠ فقد تم تقسيم هذه المسطرة وتدريجها اعتمادًا على هذين المقياسين بحيث خصص لكل حرف من المسطرة مقياس منهما وقد بنى تقسيم مسطرة التعـدين

(١) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٦٥.

على أساس أن مساحة المستطيلات المتساوية العرض والمتغيرة الطول تتناسب طرديا مع أطوالها. وقد اعتبر في تقسيمها أن عرض هذه المستطيلات الثابت هو ٢٠ متر بالنسبة للخرائط مقياس ١ : ٢٥٠٠، وثمانية أمتار بالنسبة للخرائط مقياس ١ : ١٠٠٠ - ولذلك فقد حسبت الوحدات المبينة علـى كـلا مـن طرفي المسطرة على أساس العـرض الثابـت فـي الرسـم للمستطيل الذى مساحته فدان واحد بالنسبة لكل مقيـاس علـى حدة. ويظهر ذلك على النحو التالي:



شكل (٤٦) مسطرة التفدين

تقسيمات الحرف الخاص بالمسطرة بمقياس ١ : ٢٥٠٠

مساحة الفدان = ٤٢٠٠,٨٣ متر مربع.

العرض الثابت المعتبر في الطبيعة ٢٠ مترا يقابل علـى الخريطة مقياس ١: ٢٥٠٠ طولا قـدر $\frac{٢٠ \times ١٠٠٠}{٢}$ = ٨ ملليمترات

طول المستطيل الذى مساحته فدان وعرضـه ٢٠ متـرا على الطبيعة:

= $\frac{٤٢٠٠,٣٨}{٢٠}$ = ٢١٠,٠٤ مترا .

طول المستطيل نفسه على الخريطة مقياس ١ : ٢٥٠٠

= $\frac{٢١٠,٠٤١ \times ١٠٠٠}{٢٥٠٠}$ = ٨٤,٠١٦٤ ملليمتر

تقسيمات الحرف الخاص بمقياس ١ : ١٠٠٠ :

المسطرة مقسمة بالنسبة لعرض ثابت في الطبيعة قدرة ثمانية أمتار تمثـل علـى الخريطة مقياس ١ : ١٠٠٠ بطول قدره $\frac{٨ \times ١٠٠٠}{١٠٠٠}$ = ٨ ملليمترات

وعلى ذلك يكون الطول المحدد على المسطرة للدلالة على مساحة فـدان واحـد:

= $\frac{٤٢٠٠,٨٣}{٨} \times \frac{١٠٠٠}{١٠٠٠}$ = ٥٢٥,١٠٤ ملليمتر

والمسطرة مقسمة على كلا طرفيها إلى أفدنه وقراريط فقط، أما الأسهم وهى أجزاء القراريط - فيستعان فى تعيينها بورنية لكل مقياس، فتوجد ورنيه على أحد حرفى القطعة المعدنية التى تنزلق على طول المسطرة وأخرى على الحرف الآخر. ولإيجاد مساحة شكل باستخدام مسطرة التفدين يقسم الشكل إلى أشرطة متساوية عرض كل منها ثمانية ملليمترات[1] وتستعمل طريقة الحذف والإضافة للتعرف على أطوال المستطيلات، ومعروف انه كلما الطول زادت المساحة.

(٣) البلانيميتر Planimeter:

يتكون هذا الجهاز من ذراعيين معدنيين، يدعى إحداهما بذراع القياس، الذى ينتهى فى أحد طرفيه بإبرة تسمى بالراسم والتى تم تحريكها فوق إطار الخريطة التى نرغب فى قياس مساحتها. أما الذراع الثانى فيدعى بذراع الثقل، لأنه ينتهى فى أحد طرفيه بثقل دائرى ومسنن من أسفله حتى يثبت على الورقة عند الاستعمال فى حين ينتهى طرفة الثانى بمخروط صغير يتحرك بحرية تامة.

ويوجد على ذراع القياس قرص أفقى مقسم إلى عشرة أقسام رئيسية متساوية، ترتبط بحركة عجلة تسمى بعجلة القياس، التى تتزلف على ورنيه مقوسة لقراءة الأجهزة العشرية من أقسام عجلة القياس البالغ عددها مائة قسم وعند استعمال جهاز البلانيميتر، شكل (٤٧)، يتم اتباع الخطوات الآتية:

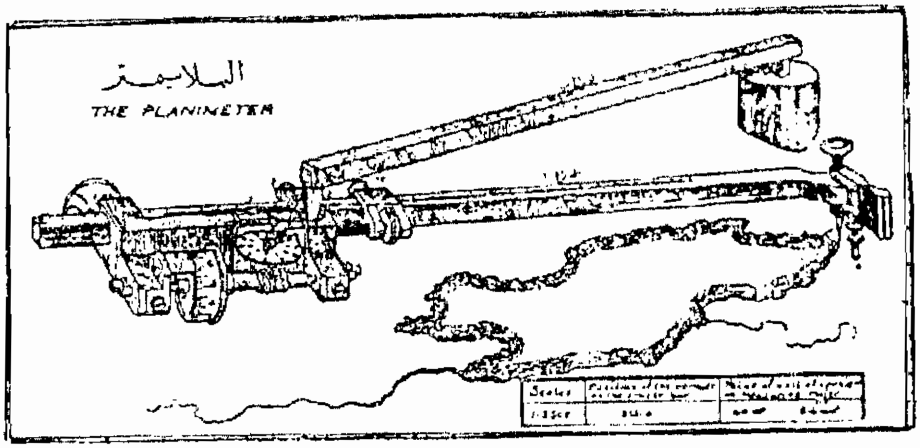
١ - وضع الثقل فى مكان بعيد نوعا ما عن حدود الخريطة أو الشكل المراد حساب مساحته، بحيث يجعل استعمال ذراع القياس حرا.

٢ - وضع ذراع القياس وذراع الثقل على شكل زاوية قائمة عند البدء بعملية قياس المساحة.

٣ - تحديد طول ذراع القياس فى ضوء مقياس رسم الخريطة، وذلك عن طريق الاستعانة بالجدول المرفق بعلبة البلانيميتر فى العادة.

٤ - جعل الصفر هو الظاهر على القرص الأفقى وعجلة القياس والورنية فى آن واحد، وذلك قبل البدء بتحريك الإبرة على حدود الخريطة المراد قياس مساحتها.

(١) المرجع: السابق، ص ١٠٥ - ١٠٦.



شكل (٤٧) البلانيميتر

٥ - نحدد على الخريطة المراد قياس مساحتها، النقطة التى ستنطلق منها حركة إبرة ذراع القياس، ثم نبدأ بتحريك الإبرة فوق الخط الخارجي للخريطة، بحيث تكـون الحركة مع اتجاه عقارب الساعة وبموجب هذه الحركة فان عجلة القياس سـوف تتحرك، ويتحرك معها القرص الأفقى.

٦ - عند الوصول إلى نقطة البداية من الطرف الآخر وتنتهى من عملية القياس، نقوم بقراءة الأرقام التى سجلها القرص الأفقى وعجلة القياس والورنية.

٧ - ثم بعد ذلك نرجع إلى الجدول المرفق مع الجهاز للتعرف على المعامـل الـذى يضرب فى هذا الرقم تبعا لمقياس رسم الخريطة، للحصول على المساحة الحقيقية للشكل المقاس.

مثال : إذا كانت قراءة البلانيميتر هى ٢٣٥٢ (من القرص الأفقـى وعجلـة القيـاس والورنية) ومقياس رسم الخريطة ١ : ٢٥٠٠، وإذا كانت وحدة تقسيم الورنيـة من جدول البلانيمتر ٤٠ مترا فإن مساحة الشكل الذى قيس هى : ٢٣٥٢ × ٤٠ = ٩٤٠٨٠ مترا مربعا

	سهم	قيراط	فدان
أو	ــــ	٤	٢٢

أما إذا كان مقياس الخريطة المطلوب قياس مساحتها غير مـدرج فـى جـدول البلانيمتر أو على ذراعه ففى هذه الحالة نوجد مساحة الشكل بفرض انه مرسوم بأحد

مقاييس الرسم المبينة مع البلانيمتر ثم نحسب مساحته الحقيقية ونطبق القانون التالى[1]:

$$\text{المساحة الحقيقية} = \frac{\text{المساحة الناتجة من البلانيميتر} \times (\text{مقياس الرسم المفروض})^{2}}{(\text{مقياس الرسم الحقيقى})^{2}}$$

(١) بطرس عوض الله: المساحة المستوية والجيودسية، مكتبة الأنجلو المصرية القاهرة ١٩٥٢، ص ٣٠٠.

- نقلا عن مجدى السرسى، مرجع سبق ذكره، ص ٤٦.

الفصل السادس

تكبير وتصغير الخرائط

كثيرا ما يحتاج الجغرافى إلى تكبير وتصغير الخرائط لتلائم مساحة اللوحة التى يريد رسم الخريطة عليها. وقد أصبحت عملية تكبير الخرائط وتصغيرها عملية سهلة للغاية بفضل انتشار آلات التصوير وتقدمها، بحيث أصبحت قادرة على إجراء عمليات التصغير والتكبير للخرائط والأشكال والصور فى بضع لحظات وبدرجة لا تقل نسبتها عن ١٠٠% فالصور الناتجة هى طبق الأصل ولا يوجد أى تحريف أو تشويه فيها.

إلا أن تكبير الخرائط وتصغيرها تعد من المهارات التى يكتسبها الجغرافى ويسلم بها، فمن الممكن بهذه المهارة المكتسبة تنفيذ خرائط وأشكال جغرافية ذات أحجام كبيرة تعجز عن تنفيذها آلات التصوير، ونقصد بهذه الأشكال تلك التى تستخدم كوسائل إيضاح حائطية ذات أحجام كبيرة على أنواع من الورق المقوى الذى يصعب الطباعة أو التصوير عليه بماكينات التصوير العادية(١).

طرق تكبير وتصغير الخرائط:

توجد عدة طرق لتكبير الخرائط وتصغيرها، أو تغيير مقياس رسمها تتمثل فى الطرق التخطيطية والطرق الآلية وطرق التصوير.

وفيما يلى دراسة لهذه الطرق:

---

(١) مجدى السرسى: التدريبات العملية فى الخرائط والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس القاهرة ١٩٩٨، ص ٤٦ - ٤٧.

أولاً الطرق التخطيطية Graphic Methods:

وتشمل عدة طرق ثانوية أخرى لها خصائصها المتعددة، وأهم هذه الطرق هي:

(١) طريقة المربعات Squares Method: وفي هذه الطريقة يتم تغطية الخريطة الأصلية بشبكة من المربعات، سواء برسم هذه الشبكة بواسطة قلم رصاص دقيق على اللوحة المراد الرسم عليها، أو بوضع ورقة من المربعات الشفافة على اللوحة وكلما كثرت أعداد المربعات كلما كانت النتيجة النهائية أكثر واقعية. وعلى ورق الرسم يتم رسم عدد مماثل من المربعات لكي تعطى المقياس الجديد سواء كان مصغراً أو مكبراً، وبطبيعة الحال فان التكبير والتصغير يكون لطول أضلاع المربعات وليس لمساحتها، فلكي نكبر خريطة ما إلى ثلاث مرات فإن ضلع المربع على اللوحة الجديدة يجب أن تزيد إلى ثلاثة أمثال ضلع المربع الأصلي، أما المساحة فأنها ستزيد تسع مرات. وخلاصة القول أن مقياس الرسم ينطبق على أطوال الأضلاع لأعلى المساحات. ويمكن الحصول على نسبة التكبير بمعلومية المقياس القديم والمقياس الجديد من خلال المعادلة التالية[١]:

$$\text{نسبة التكبير} = \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$$

وتجدر الإشارة إلى أنه عند تكبير أو تصغير الخريطة نقوم بنقل تفاصيل كل مربع في الخريطة الأصلية إلى كل مربع مماثل له في الموقع على الشبكة المراد تصغير أو تكبير الخريطة عليها. وأثناء التنفيذ يمكننا أن نلغي بعض التفاصيل التي قد يؤدي رسمها – وخاصة في حالة التصغير – إلى ازدحام الخريطة وتشويهها. كذلك يمكن إضافة تفاصيل أخرى بالاستعانة بخرائط أخرى وخاصة في حالة التكبير.

مثال (١): خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٠٠,٠٠٠ والمطلوب تكبيرها إلى خريطة مقياسها ١ : ٥٠,٠٠٠

الحل:

$$\text{نسبة التكبير} = \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$$

$$= \frac{١}{٥٠,٠٠٠}$$

---

(١) Singh; R. L Elements Of Practical Geography, New Delhi 1979, P.27

نقلا عن حمدى أحمد الديب: المساحة والخرائط، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادى، د. ت.

$$= \frac{١}{٢٠٠,٠٠٠}$$

$$\text{نسبة التكبير} = \frac{١}{٥٠,٠٠٠} \times ٢٠٠,٠٠٠$$

$$= \frac{٢٠٠,٠٠٠}{٥٠,٠٠٠} =$$

نسبة التكبير = ٤

وفى هذه الحالة نرسم على الخريطة الأصلية مربعات بأطوال ١ سم أما على الخريطة المكبرة فيكون ضلع المربع ٤ سم

مثال: (٢) خريطة مقياس رسمها ١ : ٢٥٠,٠٠٠ والمطلوب تصغيرها إلى خريطة مقياس رسمها ١ : ٥٠٠,٠٠٠

الحل: $\text{نسبة التصغير} = \frac{\text{المقياس الجديد}}{\text{المقياس القديم}}$

$$\text{نسبة التصغير} = \frac{١}{٥٠٠,٠٠٠}$$

$$\frac{١}{٢٥٠,٠٠٠} = \frac{٢٥٠,٠٠٠}{٥٠٠,٠٠٠} = \frac{١}{٢}$$

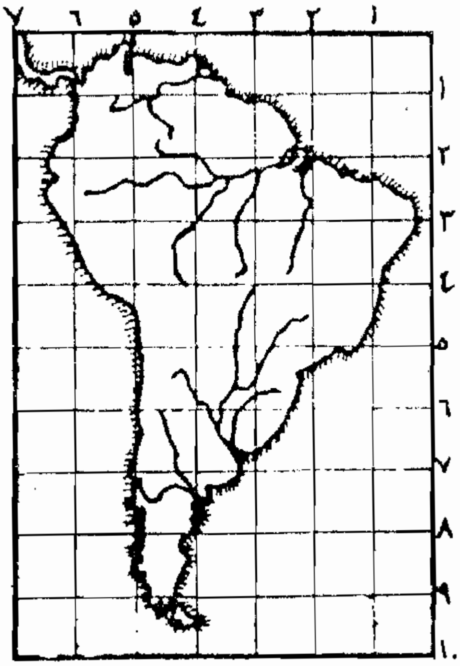
وفى هذه الحالة نرسم على الخريطة الأصلية مربعات طول أضلاعها ١ سم أما الخريطة المصغرة فيكون طول ضلع المربع الجديد نصف سم وتوضح الخريطة التالية قارة أمريكا الجنوبية والى رسمت بمقياس رسم ١ : ٨٠,٠٠٠,٠٠٠ وقد تم تكبيرها إلى الضعف.

مثال (٣) احسب مقياس الرسم الجديد لخريطة تم تكبيرها أربعة مرات وأحسب أيضاً المقياس الجديد فى حالة تصغيرها للنصف علما بأن مقياس رسم الخريطة الأصلى يبلغ ١ : ١٠,٠٠٠ أنظر الشكلين (٤٨)، (٤٩).

الحل: كل ١ سم على الخريطة يقابله ١٠,٠٠٠سم على الطبيعة

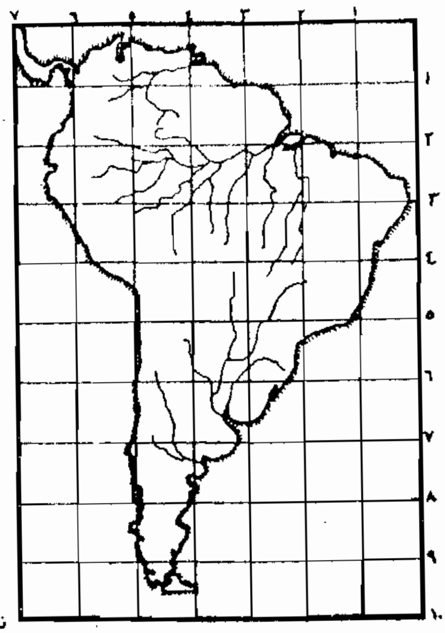
كل ١ سم على الخريطة يقابله ١٠٠ مترا على الطبيعة

إذن فى حالة التكبير يصبح كل ٤ سم = ١٠٠ مترا على الطبيعة



نقلا عن: جودت سعادة

شكل (٤٨) استخدام طريقة المربعات على الخريطة الأصلية قبل عملية تكبيرها



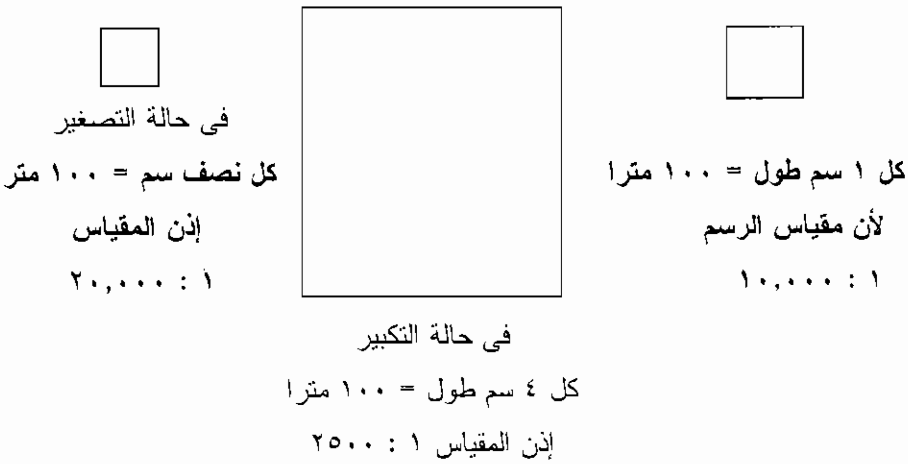
نقلا عن: جودت سعادة

شكل (٤٩) استخدام طريقة المربعات لتكبير الخريطة السابقة

إذن مقياس الرسم الجديد ١ = ٢٥٠٠ (بقسمة الطرفين على ٤ وتحويل المتر إلى سنتيمتر)

أما فى حالة التصغير يصبح كل $\frac{١}{٢}$ سم = ١٠٠ مترا (١٠,٠٠٠ سم)

إذن المقياس الجديد ١ : ٢٠,٠٠٠ (بضرب الطرفين فى ٢)



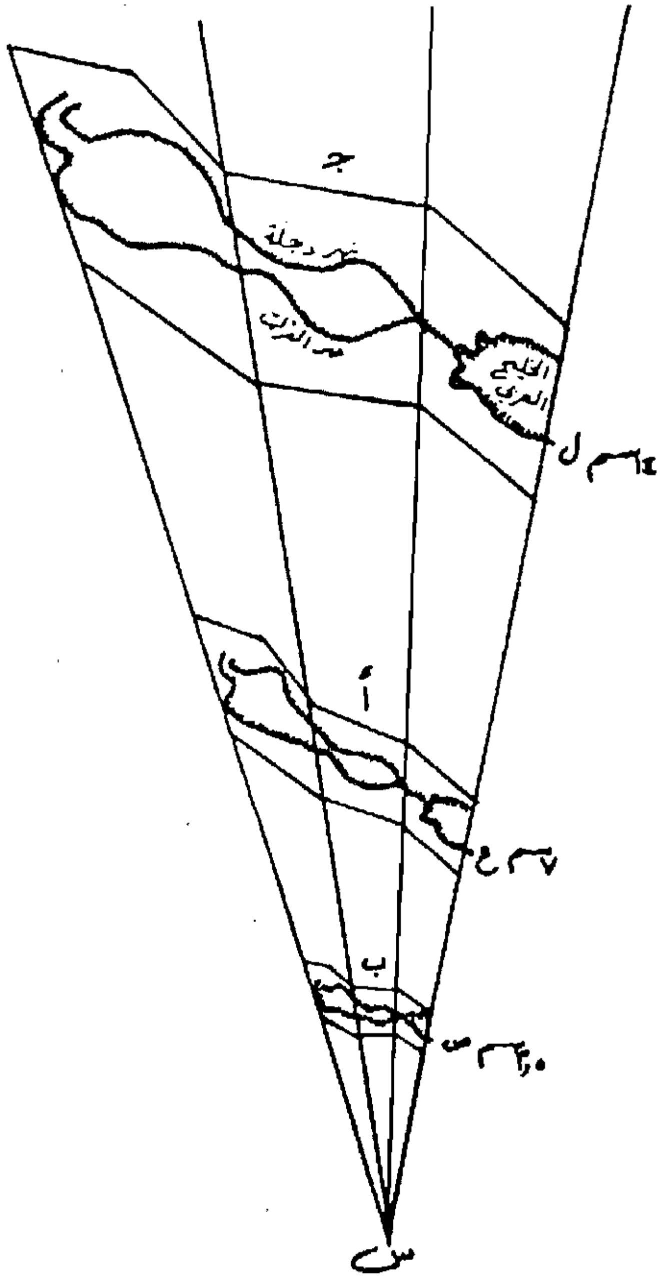
(٢) طريقة المثلثات المتشابهة Similar Triangles Method: يلجأ الكارتوجرافيون والجغرافيون والمهندسون وغيرهم إلى استخدام هذه الطريقة لتصغير أو تكبير الأشكال الطولية المعرجة مثل مجارى الأنهار أو الطرق أو السكك الحديدية أو السواحل أو غيرها، أى أنها لا تستخدم إلا بالنسبة للمناطق الضيقة التى يصعب استخدام طريقة المربعات فيها.

مثال: المطلوب تصغير مجرى نهرى دجلة والفرات بنسبة النصف أو تكبيرها إلى الضعف باستخدام هذه الطريقة. أنظر الشكل (٥٠)

الحل: نتبع الخطوات الآتية لتصغير أو تكبير الشكل[١]:

رسم خطين أو أكثر من الخطوط المستقيمة التى تحصر بينهما مجرى نهرى دجلة والفرات وذلك فى مستوى تعرجات هذين النهرين.

(١) جودت أحمد سعادة، مرجع سبق ذكره، ص ص ٢٢٦ – ٢٢٧.



نقلاً عن: جودت سعادة

شكل (٥٠) تصغير الخريطة وتكبيرها باستخدام طريقة المثلثات المتشابهة

- اختيار نقطة بعيدة نوعا ما عن الرسم توخيا للدقة ولتكن النقطة (س)
- ربط النقطة (س) بنهايات الخطوط المستقيمة المحددة لمجرى نهرى دجلة والفرات.
- قياس المسافة بين النقطة (س) وبداية الرسم من جهة اليمين، حيث الخليج العربى فكان مقدارها ٧ سم عند النقطة (ع)
- إذا ما أردنا تصغير الشكل (أ) إلى النصف، فأننا نقيس نصف المسافة من النقطة (س) إلى النقطة (ع) وتبلغ ٣,٥ سم فتكون النقطة (ص)، ثم نبدأ بعمل خطوط مستقيمة موازية للخطوط المحيطة بمجرى النهرين فى الشكل (أ)، ثم نستخدم العين لنقل شكل المجرى، فيظهر لنا الشكل المصغر الجديد (ب)
- أما إذا أردنا تكبير مجرى النهر إلى الضعف مثلاً، فإننا نقيس مسافة من المركز (س) تكون ضعف المسافة بين ذلك المركز والشكل (أ) والتى كانت فى الأصل تساوى ٧ سم، أى مسافة ١٤ سم، ونضع النقطة (ل) ثم نبدأ بعمل خطوط مستقيمة موازية للخطوط الموجودة فى الشكل (أ)، ونستخدم العين أيضا لنقل شكل المجرى، حتى يظهر لنا مجرى النهرين بشكل مكبر إلى الضعف تماماً، فيظهر الشكل الجديد (ج)

ثانياً الطرق الآلية:

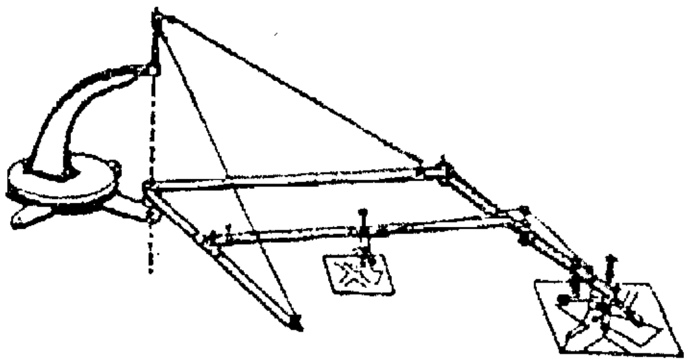
تتمثل الطرق الآلية لتكبير الخرائط وتصغيرها فى استخدام الآتى:

١ - جهاز البانتوجراف Pantograph:

ظل البانتوجراف حتى وقت قريب أكثر أنواع الأدوات الآلية استخداما فى تكبير وتصغير الخرائط، ولكن التطور فى صنع آلات تصوير المستندات وتكبيرها وتصغيرها قد جعل أهميته تتراجع كثيراً خاصة وأن استخدام البانتوجراف يكتنفه البطيء وعدم الدقة التى ترتبط بقدرة الكارتوجرافى على السير على الخط المراد تكبيره أو تصغيره بدقة مما يدع الفرصة للخطأ.

ويتركب هذا الجهاز شكل (٥١) فى أبسط صوره وأشكاله من أربعة سيقان خشبية أو معدنية متساوية الطول، تثبت ببعضها البعض مفصليا، وهى سهلة

الحركة عند الأطراف ويتكون منها شكل متوازى أضلاع، ويثبت فى أحد أطرافه ثقلاً ثابتاً وفى الركن الآخر المقابل للثقل يثبت قلم، رصاص وفى منتصف الشكل يثبت ذراع عليه عدد من الثقوب أولها فى منتصف الذراع، ويثبت فيه قلم حديدى بحيث إذا وضعنا خريطة ومررنا القلم الحديدى على خطوطها فان القلم الرصاص يرسم نفس الخريطة فى الجانب الآخر مكبرة للضعف، وإذا تم عكس وضع القلم بالسن الحديدى فسوف تكون الخريطة مصغرة للنصف، وتبعاً لنسبة التكبير والتصغير يتم تغيير وضع الذراع الأوسط ولكن المهم عند تحريك هذا الذراع وضبطه أن تكون نقطة الثقل الثابت والقلم الحديدى والقلم الرصاص كلها على خط مستقيم واحد، لذا تقوم فكرة البانتوجراف على الأشكال المتوازية الأضلاع.



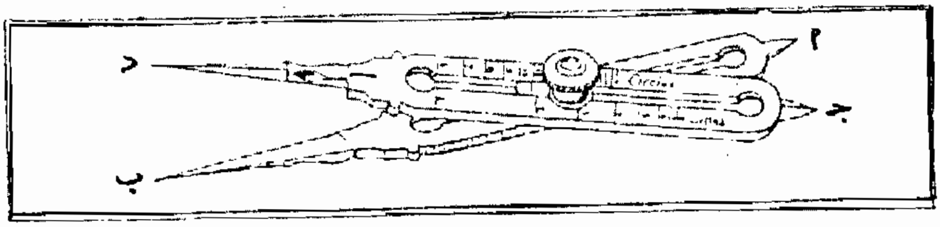
شكل (٥١) جهاز البانتوجراف

٢ - فرجار التناسب Proportional Compass

ويمكن استخدامه فى تبسيط نسخ التفاصيل بطريق المربعات والمثلثات المتماثلة، وهو مكون من قضيبين ينتهيان من كلا الطرفين بسن مدبب كالمقسم وهذان القضيبان بشكل قطرى فى بعضهما البعض ومثبتان بواسطة مسمار محورى ينزلق فى مجرى. شكل (٥٢)

ويتم تثبيته عند نسبة التكبير أو التصغير المطلوبة وفقا لخط المقياس على جانب القضيب ويوجد فى كلتا الساقين على جانبى الفتحة الطولية تقاسيم خط واحد

موازى لهذه التقاسيم ومكتوب على كل مسطرة إحدى مدرجة على شكل مسطرة محفورة فى وجه كلتا القطعتين المعدنيتينهذه الكلمــات (Lines, Circles, Solids, Plans) ومعناها على التوالى خطوط، دوائر، أقسام مسطحات.



شكل (٥٢) فرجار التناسب

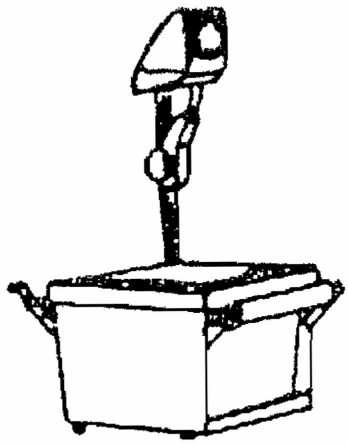
وذلك للدلالة على استعمال كل منها فالمسطرة المكتوب عليها Lines لا تــستعمل إلا فى حالة نقل الخطوط المستقيمة من خريطة إلى أخرى مكبــرة أو مــصغرة بالنسبة التى تبينها خطوط المسطرة بين الفتحتين أ ج، ب د. وقد قسمت مسطرة الخطوط المستقيمة مثلاً على أساس أننا لو ثبتنا القطعة المعدنية فـــى أى وضـــع على طول الفتحة الطولية وربطنا المسمار المحورى وفتحنا الفرجـــار أى فتحـــة كانت النسبة بين الفتحة أ ج والفتحة ب ج كنسبة الواحد الصحيح إلى رقم تقاسيم المسطرة المنطبق على الخط المحفور فى القطعة المعدنية.

ولاستخدام فرجار التناسب فى تصغير خريطة ما لأية نسبة ولتكن نصف مــثلاً، نحرك القطعتين معا فى الفتحة الطولية حتى نطبق الخط الذى بأحدهما على الخط رقم ٢ على مسطرة الخطوط ونربط المسمار المحورى جيدا، ثم نفتح الفرجـــار ونأخذ الأبعاد من الخريطة بالسنين الكبريين، ونوقعهما على الخريطـــة بالـــسنين الصغيرين، أما فى حالة التكبير فتأخذ الأبعاد من الخريطة بالـــسنين الـــصغيرين وينسحب نفس العمل على استعمال المساطر الثلاث الأخرى.

٣ - جهاز العرض العلوى (الأوفر هيد بروجيكتور) Over Head Projector:

يمكن استخدام هذا الجهاز شكل (٥٣) لتكبير الخرائط فقط، وبمقياس رسم غيـــر محدد فى البداية. وما علينا إذا ما أردنا تكبير الخريطة إلا أن نعمل علـــى نقـــل الخريطة المرسومة على قطعة صغيرة من الورق، إلى شفافية عادية ،ثم وضعها

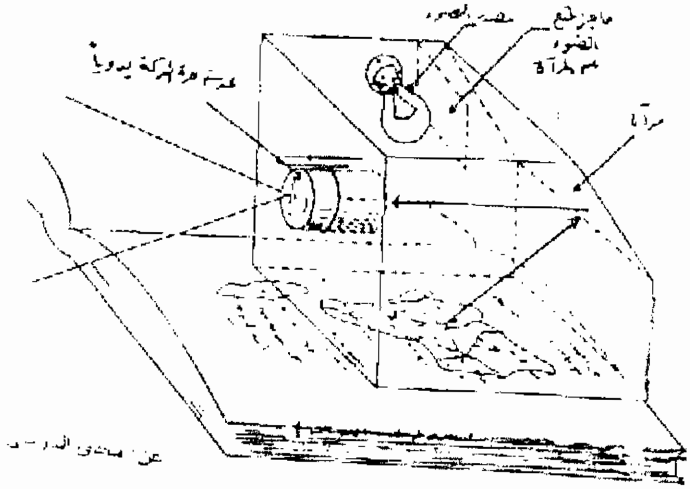
على الجهاز وتشغيله، فيقوم الجهاز بعكس الخريطة وهى مكبرة علـــى الحـــائط بعدها نقوم بوضع لوحة كرتونية بيضاء على الحائط وضبط الــصورة المكبـــرة عليها ثم البدء بعملية الرسم. وعند الانتهاء من تلك العملية، نحاول إيجاد مقياس الرسم لتلك الخريطة مجهولة المقياس والتى سبق أن تعرضنا لها.



شكل (٥٣) جهاز العرض العلوى (الأوفرهيد بروجيكتور)

٤- الفانوس السحرى:

وهو جهاز يستخدم لعرض الخرائط على شاشة بيضاء خاصة أو علـــى الحـــائط ويستلزم إظلام القاعة عند استخدامه، ويمكن استعماله فى تكبير الخرائط فقــط. وذلك بوضع الخريطة فى مكانها الخاص بالجهاز واستقبالها على الحـــائط بعـــد تثبيت لوحة الرسم ويرسم بها إطار الخريطة طبقاً لنسبة التكبير المطلوبـــة. ثـــم يقرب الجهاز أو يبعد عن الحائط حتى تملأ صورة الخريطة إطارهـــا المرســـوم ويبدأ بعد ذلك فى رسم المعالم الواقعة على ورق الرسم بالقلم الرصاص، ثم تملأ فيما بعد استكمال توقيع مادة الخريطة ويوضـــح الـــشكل رقـــم (٥٤) الفـــانوس السحرى.



شكل (٥٤) الفانوس السحرى

ثالثاً طرق التصوير:

يمكن استعمال الكاميرات فى تكبير أو تصغير الخرائط والأشكال بسهولة ويسر. ويبدأ التمهيد لعملية التصوير عن طريق تثبيت الخريطة على لوحة خشبية سوداء اللون أمام عدسة التصوير، ثم تحديد المساحة بموجب قوانين انعكاسات الضوء، أو حسب الجدول المرفق بآلة التصوير والمحدد فيه نسبة التصغير والتكبير من ناحية، ومسافات بعد الصورة الأصلية من العدسة من ناحية أخرى.

ويتم تحريك آلة التصوير على سكة نحو الأمام ونحو الخلف من أجل الحصول على المقياس المطلوب. فكلما اقتربنا من الآلة، حصلنا على صورة أكبر، والعكس صحيح إذا ما ابتعدنا عن الآلة، حيث تظهر الصورة المصغرة. هذا ويصعب استخدام آلة التصوير لتصغير أية خريطة تزيد أبعادها عن ٦٠ × ٦٠ سم بصورة عامة، أما فى حالة تكبير الخريطة بواسطة هذه الآلة، فأننا نستخدم ما يطلق عليه بالمكبر Enlarge الذى يستعمل لتكبير الصور السلبية Negative للخرائط التى تم تصويرها من قبل بآلة التصوير، على أن لا تزيد أبعاد الخريطة المكبرة عن ٤٠ × ٥٠ سم.

وقد يلجأ المتخصصون فى رسم الخرائط أو عمل الأطالس فى المراكز الجغرافية المعروفة، إلى رسم الخريطة بمقياس رسم دقيق يعادل أربعة أو خمسة أضعاف مقياس الرسم المطلوب، ثم يتم بعد ذلك تصغيرها بآلة التصوير، فتظهر أكثر دقة ونظافة وانتظاما.

الفصل السابع

مساقط الخرائط

مفهوم المساقط:

نظراً لأن الأرض كروية الشكل كان من الصعب تمثيل سطحها تمثيلاً دقيقا على خرائط مسطحة، فإذا أردنا أن نرسم هذا الجزء الكروي على سطح مستو وهو الخريطة، وتعرف هذه الطريقة من التمثيل بمساقط الخرائط Map Projection أى أن مسقط الخريطة هو الطريقة التى يتم بواسطتها تمثيل سطح الكرة الأرضية المنحنى على سطح مستو .

ويلجأ الكثير من الجغرافيين لاستخدام مساقط الخرائط لتلافى كثير من العيوب التى تنتج عن محاولة تمثيل ظواهر سطح الأرض الكروي على ورقة مستوية وهى الخريطة.

وتهدف المساقط على اختلاف أنواعها لمعالجة ناحية من نواحي قصور التمثيل الخرائطى لسطح اليابس، إذ من المعروف للمهتمين بالدراسات الجغرافية أن أدق وسيلة لتحديد المواقع الجغرافية المختلفة هو الاستعانة بالإحداثيات الكروية التى ترتكز أساساً على استخدام خطوط الطول والعرض، والتى تتقاطع سويا مع بعضها فى زوايا، حيث يمكن تحديد دوائر العرض بقياس زاوية النقطة أو الموضوع بالنسبة لمركز الأرض(١).

ويوجد العديد من المساقط التى يمكن أن يختار منها الجغرافى ما يفيده فى تصميم خرائطه التى تخدم غرضه، وهناك مساقط معدلة أنشئت وفقاً للغرض من

---

(١) يسرى الجوهرى: الخرائط الجغرافية، مرجع سبق ذكره. ص ٣٦٩.

الخريطة، ولعل أهم هذه المساقط المعدلة المسقط المخروطى المعــدل أو مـــا يـــسمى بالمسقط الدولى الذى رسمت على أساسه خريطة العالم فى نحو ٢٢٢٢ لوحة منفصلة بحيث يمكن تجميعها، ومن حين لآخر فإن هناك دراسات دقيقة تـــتم حـــول صـــفات المساقط الحالية، واقتراح الجديد من هذه المساقط[١] وترتبط فكرة المسقط أساساً بتسليط مصدر ضوئى على كرة زجاجية مرسوم عليها دوائـــر العـــرض وخطـــوط الطـــول بأبعادها وأشكالها الحقيقية، واختلاف مصدر الضوء يؤثر فى شكل الظلال الناتجة عن الخطوط المرسومة والتى تسقط على لوحة من الورق تلامس إحدى نقاط الكرة – فإذا كان مصدر الضوء عند مركز الكرة اختلفت النتيجة عن حالة وجوده على أى نقطـــة أخرى على سطح الأرض، فإذا كانت لوحة الأرض تلامس دائرة عظمى ظهر شـــكل اليابسة على هيئة مخروط، بينما لو كانت تلامس خط الاستواء ظهرت علـــى شـــكل أسطوانة.

وتحقق المساقط شرطا أو أكثر من الشروط الأربعة التالية:

١- المساحات الصحيحة.

٢ – المسافات الصحيحة.

٣ – الاتجاهات الصحيحة.

٤ – الأشكال الصحيحة.

ومن الصعوبة بمكان تحقيق الشروط الأربعة فى مسقط واحد وإلا فكانت اللوحـــة التى يتم نقل التفاصيل والظاهرات الأرضية عليها غير مستوية وإنما كروية الشكل.

ولقد تبين أنه على سطح الخريطة يمكن الاحتفاظ بـــبعض العناصـــر الهندســـية مطابقة لنظيراتها على سطح الأرض، ولكن لا يمكـــن الاحتفـــاظ بجميـــع العناصـــر الهندسية بالصورة المطابقة.

وقبل أن نتعرض لدراسة أنواع المساقط يجـــب أن نتعـــرض لـــبعض المفـــاهيم الخاصة بالمساقط وهى[٢]:

(١) Singh, R .L ., Op _ Cit., P. 273

(٢) فتحى أبو راضى، مرجع سبق ذكره، ص ص ٣٣٢ – ٣٣٣.

- **مستوى الإسقاط:** وهو المستوى الذى يتم عليه إسقاط شبكه خطوط الطول ودوائر العرض، وتمثله لوحة ورق الرسم، ويمكن أن يكون مستوى الإسقاط فى صــور مختلفة منها المستوى، والمخروطى، والأسطوانى.
- **نقطة التماس:** وهى النقطة التى يمس فيها مستوى الإســقاط الكــرة الأرضـــية، ويلاحظ أن هذه النقطة تظهر بحقيقتها على مستوى الإسقاط.
- **التشويه:** يعنى التشويه فى إسقاط الخرائط أن المنطقة المسقطة لم تظهر كحقيقتها على الكرة الأرضية، مما أدى إلى بعض التغييرات عليها.
- **مركز الإسقاط:** وهى النقطة التى تتخيل عندها المنبع الـضوئى، وفــى حــالات الإسقاط سنجد أن مركز الإسقاط يكون فى مركز الكرة الأرضية أو قد يكون بعيدا عن المركز.

أنواع المساقط:

لا يوجد تقسيم واضح لأنواع المساقط ولكن يمكن تقسيمها شكل رقم (٥٥) مــن عدة نواحى مختلفة إلى[1]:

١- شكل لوحة الرسم:

أ - مساقط مخروطية.

ب - مساقط أسطوانية.

ج - مساقط مستوية.

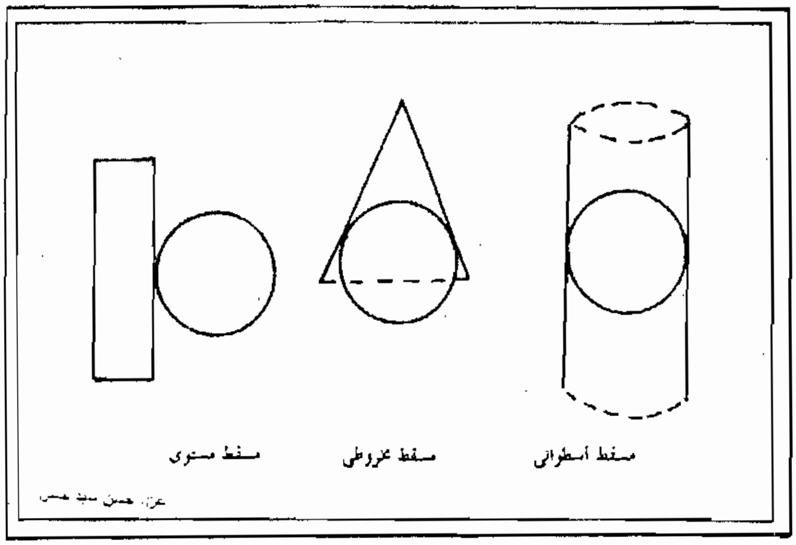
(١) المنطقة التى يمكن بيانها على المسقط:

أ - مساقط خاصة توضح العالم كله.

ب - مساقط خاصة توضح نصف الكرة الأرضية.

ج - مساقط خاصة توضح قارة أو محيط أو إقليم.

(١) نقولا إبراهيم: مساقط الخرائط، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٨٢، ص ٦-٧.



شكل (٥٥) أنواع المساقط تبعاً لشكل لوحة الرسم

(٢)منطقة تماس لوحة الإسقاط مع سطح الأرض:

أ - مساقط قطبية.

ب - مساقط أسطوانية.

ج - مساقط منحرفة.

(٣)طريقة الإسقاط:

أ - مساقط منظورة.

ب - مساقط معدلة.

ج - مساقط تجمع بين المنظور والمعدل.

(٤)الخصائص الهندسية للشكل الناتج:

أ - مساقط متساوية المساحات.

ب - مساقط متساوية المسافات.

ج - مساقط الاتجاهات الصحيحة.

د - مساقط الشكل الصحيح.

وعادة ما يخضع المسقط لصفتين من الأقسام المبينة فى الصفات الخمسة السابقة، ويتكون أسم المسقط من مقطعين، فيقال المسقط المخروطى المتساوى المساحات، ويقال المسقط الاتجاهى متساوى المسافات. وكثيرا من المساقط لا يزال يحتفظ بأسم صانعة الأول مثل مسقط مركيتور ومسقط مولفيدى.

وعند تعرضنا لدراسة النماذج المختلفة من المساقط سوف نتناول دراسة المساقط حسب شكل لوحة الرسم وهى المساقط الأسطوانية والمساقط المخروطية والمساقط المستوية، وهو التصنيف المتبع فى دراسة المساقط فى جميع كتب الخرائط.

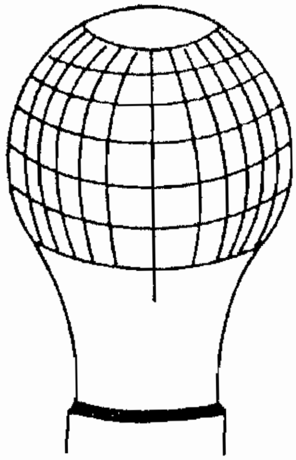
وفيما يلى دراسة لهذه الأنواع:

أولاً: المساقط الأسطوانية Cylindrical Projections:

نجد فى هذا النوع من المساقط، أن نموذج الكرة الأرضية محاط باسطوانة تلامس دائرة الاستواء. ويتم رسم خطوط الطول على المسقط بشكل متواز. ويمثل فى هذه الحالة الحجم الطبيعى للكرة الأرضية عند دائرة الاستواء فقط.

أما فى الحقيقة فإن خطوط الطول على نموذج الكرة الأرضية ليست متوازية، بل تلتقى عند نقطة القطب الشمالى ونقطة القطب الجنوبى.

ويتمثل التشويه الآخر للكرة الأرضية فى دوائر العرض، حيث نجد فى المسقط الأسطوانى أن المسافة بين دوائر العرض غير دقيقة، وخاصة كلما ابتعدنا عن دائرة الاستواء وتوجد هذه الخطوط بشكل متواز على سطح الكرة الأرضية. ونتيجة التشويه أو التحريف، فأننا نجد أن خطوط الطول ودوائر العرض، يتم رسمها بشكل يعطى المناطق البعيدة عن دائرة الاستواء حجما أكبر من حجمها الطبيعى. فمثلاً تبدو فى خريطة العالم التى تم رسمها حسب مسقط مركتيور الأسطوانى، أن جزيرة جرينلند Green Land أكبر حجما من قارة أمريكا الجنوبية برمتها، فى حين أن حقيقة الأمر هى غير ذلك، حيث لا تمثل جزيرة جرينيلد سوى ١٢% فقط من مساحة قارة أمريكا الجنوبية، وهذا يوضح مدى التشويه الكبير جداً الذى يحدث لمناطق اليابس والماء قرب القطب الشمالى.



شكل (٥٦) تمثيل المسقط الاسطوانى على لمبة كهربائية

وأهم أنواع المساقط الأسطوانية هى:

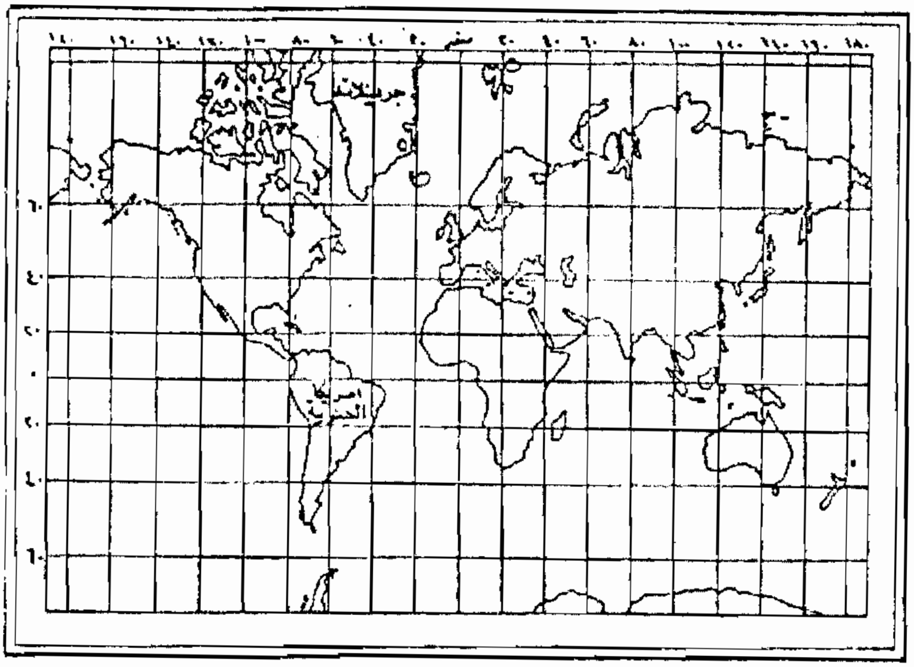
١ – مسقط مركيتور Mercator Projection:

ويعتبر من أكثر المساقط الأسطوانية شهرة لرسم خريطة العالم. وقد صمم هذا المقياس جيرارد مركيتور ليوفر للملاحين خريطة تسهل لهم التعرف على خطوط السير بالبحار. شكل رقم (٥٧).

ولهذا المسقط مجموعة أخرى من الخصائص يتمثل أهمها فى تقاطع خطوط الطول مع دوائر العرض بزوايا قائمة، مما يحقق شرط الجهات الصحيحة. وهذا يجعل من مسقط مركيتور مسقطا مهما فى الملاحة الجوية، ورسم اتجاهات الرياح والأعاصير فى الخرائط المناخية، أو رسم خطوط النقل المختلفة فى خرائط المواصلات.

أما بالنسبة للمساحات، فأننا فى نجد هذا المسقط، أن دائرة الاستواء هى دائرة العرض الوحيدة التى يمكن تطبق مقياس الرسم عليها، حيث أن المسافات التى تفصل بين دوائر العرض تزداد كلما اتجهنا نحو القطبين.

كما أن المساحات لا تكون متساوية، وخاصة كلما ابتعدنا عن دائرة العرض الرئيسية وهى دائرة الاستواء.



شكل (٥٧) خريطة العالم حسب مسقط مركيتور

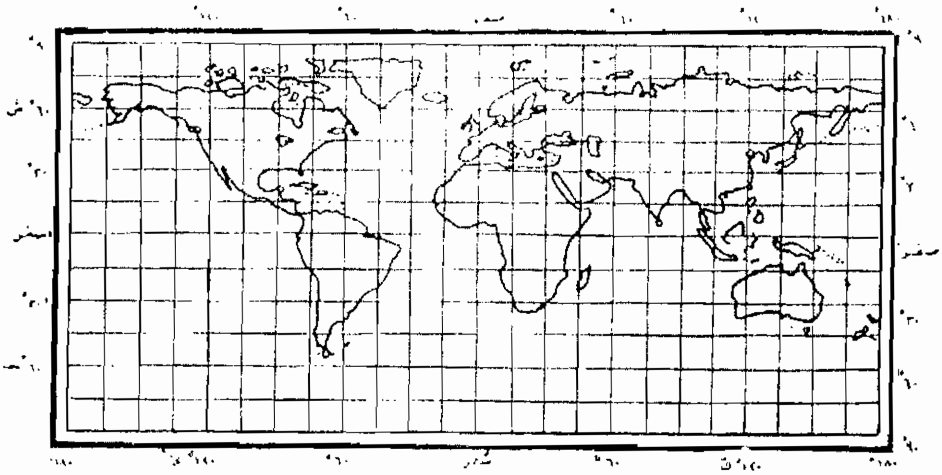
كذلك فإن خطوط الطول متساوية فى مسقط مركيتور على جميع دوائر العرض، بينما هى تختلف فى الواقع، حيث تقل المسافات بين خطوط الطول كلما ابتعدنا عن دائرة الاستواء واقتربنا من القطبين الشمالى والجنوبى.

أما فيما يتعلق، بالأشكال فى مسقط مركيتور، فتبدو فيه سليمة نوعاً ما ولاسيما حول دائرة الاستواء، حيث أن المسافة واحدة فى جميع الجهات. ومع ذلك فإن هذا المسقط لا يحقق شرط المسافات الحقيقية. فلو تم قياس أى بعد بين مدينتين فى العروض العليا على خريطة العالم المرسومة حسب هذا المسقط، لوجدناه مغايرا لما هو فى الواقع.

(٢) مسقط مولفيدى Mollweide Projection:

لقد ظهر هذا المسقط فى محاولة للتخفيف من تشويه المناطق فى العروض العليا التى يبديها مسقط مركيتور، والعمل على تحقيق شرط المساحات المتساوية ويعتبر هذا المسقط من أنواع المساقط الأسطوانية، التى تم عن طريقها ملامسة اللوحة المستوية لنموذج الكرة الأرضية عند دائرة الاستواء تماما كما تم فى مسقط مركيتور. إلا أن

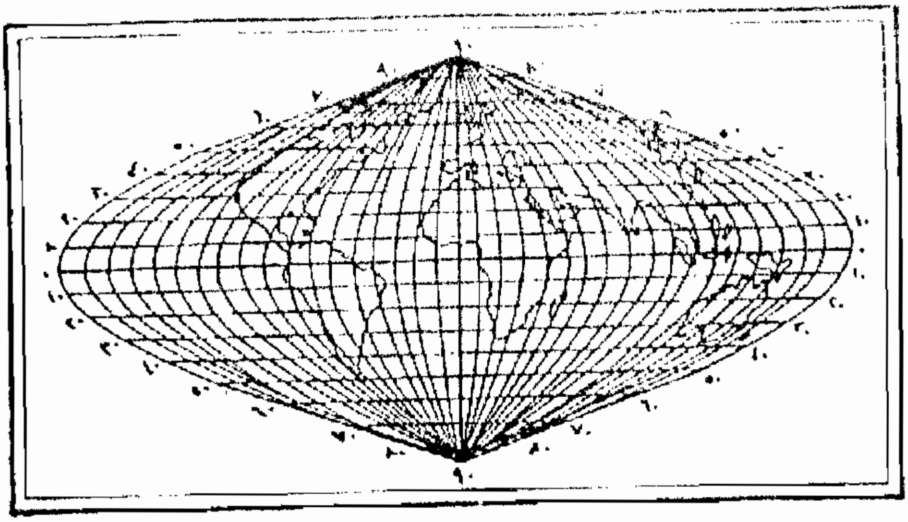
الأمر يختلف عنه فى حدوث نوع من التعديل فى قمة الاسطوانة، فبدلاً من تركها مفتوحة كالاسطوانة تماماً فى مسقط مركيتور، نجد أنه يتم نوع من التقارب بين سطحها وسطح نموذج الكرة الأرضية عند الأطراف أو عند القطبين، وذلك عن طريق جمع الاسطوانة أو لمها. أنظر شكل (٥٨)، (٥٩)، ويمتاز هذا المسقط بمجموعة من الخصائص أهمها: أن المسافات بين كل دائرة عرض وأخرى متساوية ومطابقة للحقيقة، وأن دوائر العرض فيه تكون على شكل خطوط مستقيمة وموازية لبعضها.



شكل (٥٨) خريطة العالم حسب المسقط الاسطوانى البسيط

كما تمثل خطوط الطول (عدا الخط الرئيسى منها) أقواساً يزداد طولها كلما تم الابتعاد عن مركز الخريطة شرقاً أو غرباً، ويرسم فيه القطر القطبى بنصف طول القطر الاستوائى.

أما أهم خصائص مسقط مولفيدى على الإطلاق، فهى تحقيقه للشكل الصحيح لمعظم أجزاء الكرة الأرضية، باستثناء ما يقع منها فى الأطراف الشرقية أو الأطراف الغربية. ويمكن الاستفادة من هذا المسقط لرسم خرائط التوزيعات التى تشمل العالم كله مثل توزيع كثافة السكان فى العالم، أو توزيع الأقاليم المناخية أو الغابات أو المراعى أو التربة أو الأمطار. ورغم أن هذا المسقط يحقق شرط المساحات المتساوية، إلا أنه لا يحقق شرط المسافات المتساوية فى جميع جهات العالم، ولاسيما فى أقصى الجهات الشرقية وأقصى الجهات الغربية.



شكل (٥٩) خريطة العالم حسب مسقط المساحات المتساوية (مولفيدى)

(٣) مسقط سانسون - فلامستيد:

يعتبر هذا المسقط من المساقط التى تحقق شرط المساحات المتساوية، وفى هذا المسقط نجد المسافات بين دوائر العرض متساوية، أى أنها تمثل نظائرها على الطبيعة، كذلك نجد الأبعاد بين خطوط الطول على أى دائرة عرض هى نفسها نظائرها على الطبيعة. شكل رقم (٦٠).

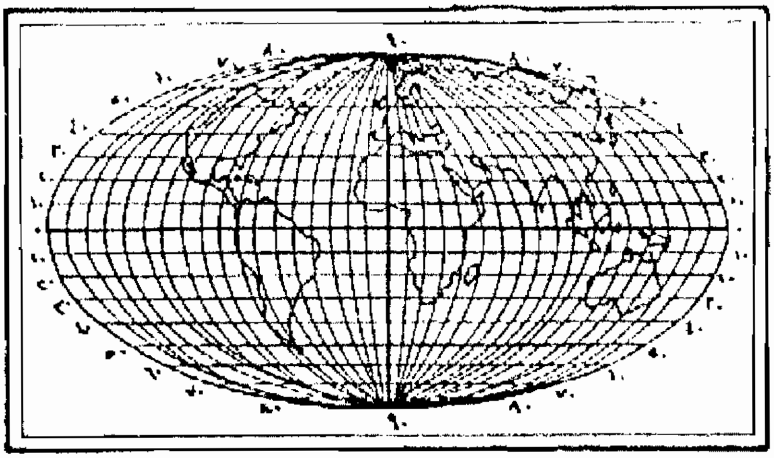
ويستخدم هذا المقياس فى رسم خرائط التوزيعات ولا سيما خرائط توزيعات السكان والخرائط الاقتصادية. كما يمكن استخدام هذا النوع من المساقط لتمثيل الجهات التى يمر بها خط الاستواء تمثيلاً حقيقياً مثل قارتى أفريقيا وأمريكا الجنوبية، وقد يستخدم لرسم خريطة العالم فى الأطالس فى لوحة واحدة، ولكن يلاحظ أن أشكال القارات على أطراف الخريطة تكون مشوهة كثيراً[١].

ونلاحظ على المسقط ما يلى:

أ - لا يحقق هذا المسقط شرط الأشكال الصحيحة، ولاسيما كلما بعدنا عن خط الاستواء أو خط الطول الرئيسى.

---

(١) محمد متولى، إبراهيم رزقانه، مرجع سبق ذكره، ص ٢٥٤.

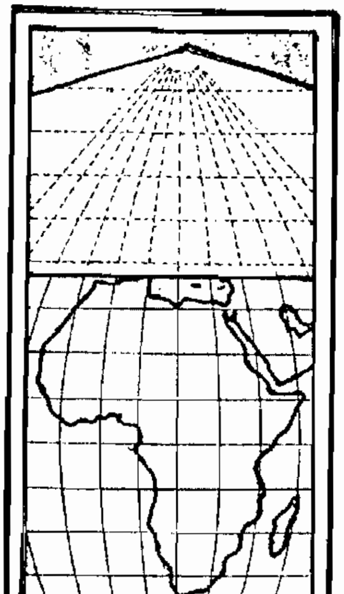


شكل (٦٠) خريطة العالم حسب مسقط المسافات المتساوية (سانسون-فلامستيد)

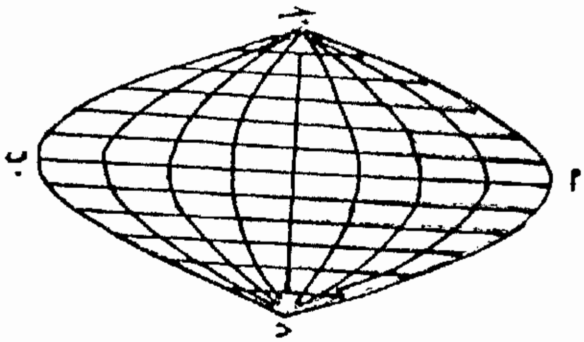
ب - لا يحقق هذا المسقط أيضاً شرط الانحرافات الصحيحة، والسبب فـي ذلـك أن خطوط الطول لا تتقاطع مع دوائر العرض فى زاوية قائمة.

ولا يستثنى من ذلك إلا تقاطع خط الاستواء مع خط الطول الرئيسى.

ويوضح الشكل (٦١) خريطة أفريقيا حسب مسقط سانـسون - فلامـستيد، كمـا يوضح الشكل (٦٢) شبكة خطوط الطول ودوائر العرض فى هذا المسقط.



شكل (٦١) خريطة أفريقيا حسب مسقط سانسون - فلامستيد

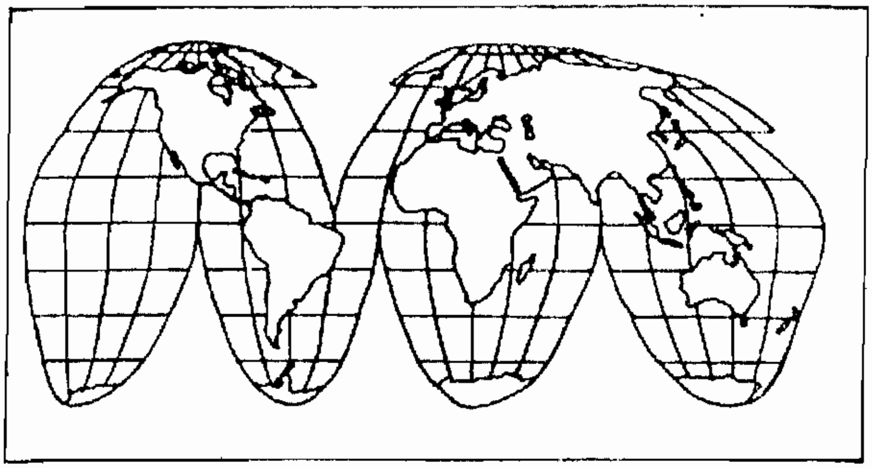


شكل (٦٢) شبكة خطوط الطول ودوائر العرض فى مسقط سانسون - فلامستيد

(٤) مسقط جود:

ويشبه هذا المسقط مسقط سانسون - فلامستيد، غير أنه مجزأ أو مقسم إلى حزم مستقلة من خطوط الطول، يختلف اتساعها حسب سعة المنطقة التى يريد تمثيلها. ولكل مجموعة أو حزمة من هذه الحزم، خـط طول رئيسى أو متوسط خاص بها. شـكل (٦٣)

وليس بالضرورة أن يكون خط الطول المتوسط فى نصف الكرة الشمالى هو نفسه فى نصف الكرة الجنوبى. ويكون المسقط مقطعا وغير متصل إلا على امتداد دائـرة الاستواء.



شكل (٦٣) خريطة العالم حسب مسقط جود

وقد ادخل جود بعض التعديلات على مسقطه، ولكن أدت إلى تمزيق العالم إلـــى أجزاء منفصلة مما جعل المحيطات تظهر غير مكتملة الشكل، مما تعذر معه استخدام هذا المسقط فى خرائط التوزيعات المائيــة كخــرائط التيـــارات البحريـــة أو طـــرق المواصلات البحرية(١). وقد أمكن التغلب على هذا العيب بإعادة رسم خريطة للعـــالم على الأسس السابقة بشكل آخر تمزق فيه القارات.

وتترك المحيطات الثلاثة الكبرى كاملة. ولكى يحقق ذلك جعل لكل محـــيط مـــن المحيطات الثلاثة خط طول رئيسى خاص به(٢).

ثانياً: المساقط المخروطية Conical Projections:

يستخدم هذا النوع من المساقط فى رسم الخرائط التى تحتوى على عدد محـــدود من خطوط العرض، بينما لا يستخدم فى رسم خرائط المناطق القطبية والاســـتوائية. وتبدو خطوط الطول فى المساقط المخروطية مستقيمة حيث تتفرع من نقطة مركزية، بينما تظهر دوائر العرض المتوازية على هيئة أقواس. وفى هذا النوع من المـــساقط نتخيل وضع اللوحة على شكل مخروط أعلى أو أسفل الكرة الأرضية، ويحدث التماس بين الورقة وسطح الكرة على امتداد إحدى دوائر العرض، ويمكن التحكم فـــى ذلـــك بتوسيع قاعدة المخروط أو تضييقه، ويمكن إدخال بعـــض التعـــديلات علـــى قاعـــدة المخروط ليحدث التماس على امتداد دائرتى عرض وليس دائرة عرض واحدة، ويكون كلاهما شمال أو جنوب خط الاستواء وذلك لتحرى أكبر قدر من الدقة، وفـــى العـــادة يستخدم هذا النوع من المساقط لتمثيل المناطق التى تنحصر بين دائرتى عـــرض ٣٠ درجة و ٦٠ درجة شمالاً أو جنوباً.

وتجدر الإشارة إلى أن نسبة التشويه فى هذه المساقط كلما ابتعدت المسافة عـــن نقطة التماس. فمثلاً إذا كانت قاعدة المخروط ملامسة لدائرة عرض ٣٥ درجة شمالا، فان أكثر أجزاء الخريطة دقة وصوابا ستكون حول تلك الدائرة العرضية ٣٥ درجـــة شمالا وسوف تزداد نسبة التشويه كلما اتجهنا نحو القطب الشمالى.

---

(١) حمدى الديب: المساحة والخرائط، مرجع سبق ذكره، ص ١٠٢.

(٢) محمد متولى وآخرون: الجغرافية العملية، الجزء الأول، القاهرة ١٩٥٥ ص٥١ ــ ٦٨.

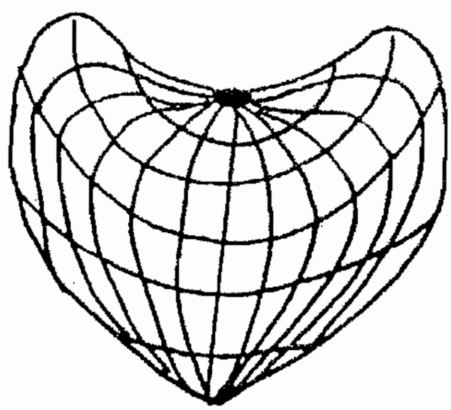
وتوجد مجموعة من المساقط المخروطية أهمها على الإطلاق: مسقط بون، مسقط ألبرز، ومسقط لامبرت.

وفيما يلى دراسة لهذه المساقط:

١ - مسقط بون:

يستخدم هذا المسقط لرسم الخرائط الطبوغرافية وخـرائط التوزيعـات للقـارات والدول التى يكون شكلها مستطيلاً مثل أوراسيا والصين وأستراليا وكندا.

ويوضح الشكل رقم (٦٤) شبكة خطوط الطول ودوائر العرض فى مـسقط بـون ويعد هذا المسقط من المساقط المخروطية المعدلة، وظهر على يد العالم الفرنـسى ريجوبير بون، وأهم ما يعنى به هو تحقيق شرط المساحات المتـساوية، ووجـه التعديل فيه هو أن خطوط الطول التى تبدو مستقيمة فى بعض المساقط مثل مسقط لامبرت نجدها منحنية بشكل أقواس ماعدا الأوسط منها، فهى تطول ويشتد تقوسها كلما بعدنا عن الخط الرئيسى شرقاً وغرباً وقد أدى ذلك إلى تشويه شكل الخريطة فى الأطراف الشرقية والغربية لاسيما إذا كان امتدادها العرضى كبير ككتلـة أوراسيا مثلاً.



شكل (٦٤) شبكة خطوط الطول ودوائر العرض فى مسقط بون

وقد قسم خط الطول الأوسط إلى أقسام تمثل الفواصل العرضية بين دوائر العرض المطلوب رسمها فى الشبكة، وقد روعى فى هذا التقسيم أن يكـون مطابقـا لمـا

يناظره على الطبيعة أى أن مقياس الرسم ينطبق على ذلك الخط وحده، أما الخطوط الباقية فلا يحدث ذلك.

ونلاحظ فى مسقط بون أن دوائر العرض عبارة عن أقواس ممتدة المركز، وقد رسمت الأقواس مطابقة لما هو موجود فى الطبيعة، أما نقطة القطب فى هذه الشبكة لا تنطبق على المركز الذى رسمت منه أقواس العرض المختلفة، وقد قسمت جميع أقواس العرض إلى فواصل طولية كل منها يساوى ١٠ درجات طولية بحيث تكون مطابقة لما هو موجود فى الطبيعة، ثم وصلت نقط التقسيم المتماثلة على أقواس العرض بخطوط منحنية تمثل خطوط الطول.

وتجدر الإشارة إلى أن الشكل الصحيح فى هذا المسقط لا يمكن تحقيقه هنا إلا على خط الطول الأوسط فإذا ما اتجهنا شرقا أو غربا زاد التشويه ونظراً لعدم تعامد خطوط الطول على دوائر العرض فإنه لا يحقق شرط الانحرافات الصحيحة إلا فى خط الطول الأوسط، لأنه الوحيد الذى يتعامد على دوائر العرض كلها. أما عن شرط المسافات المتساوية فإنه لا يتحقق إلا على خط الطول الأوسط من ناحية، وعلى كل دائرة من دوائر العرض من ناحية أخرى.

٢ - مسقط ألبرز Albers Projection:

ويوجد فى هذا المسقط دائرتا عرض معياريتان Two Standard Parallel تقللا من نسبة التشويه أو التحريف فى الخريطة المرسومة، وخاصة فى المناطق الواقعة بين هاتين الدائرتين الرئيسيتين، لذا فإن هذا المسقط يحقق شرط المساحات المتساوية، ويستعمل بالدرجة الأولى فى رسم الخرائط الإقليمية للبلاد والقارات مستطيلة الشكل مثل روسيا والولايات المتحدة الأمريكية.

٣ - مسقط لامبرت Lambert,s Projection:

ويطلق عليه أسم المسقط المخروطى البسيط. وتكون اللوحة هنا على هيئة مخروط يوضع فوق نموذج الكرة، بحيث يمس أحد دوائر العرض ويكون محوره مطابقا لمحور الكرة، وبديهى أن تكون دائرة التماس فى شمال خط الاستواء أو جنوبه، لأن اللوحة لا تمس خط الاستواء إلا إذا كانت بشكل اسطوانة وبذلك لا يصبح

المسقط مخروطيا. وهذا المسقط لا يمكن أن يمثل حالات استوائية أو قطبية. هـذا ويوضع الضوء فى مركز القفص على ذلك تكون خطوط الطـول عبـارة عـن خطوط مستقيمة تتفرع كلها من رأس المخروط، ثم أنها على مسافات متساوية من بعضها البعض على كل دائرة عرض. أما دوائر العرض تشكل دوائر تتباعد عن بعضها كلما بعدنا عن نقطة التماس شمالاً وجنوباً. فإذا ما بسطناه ظهـرت تلـك الدوائر بشكل أقواس، إلا أن هذا المسقط لا يستعمل بحالته هذه، وإنما نرسم فيـه أقواس العرض على أبعاد مساوية لما بينها على الطبيعة كما أن نقطة القطب ترسم هنا بشكل قوس من أقواس العرض. وهذا المسقط يمثل المسافات الصحيحة علـى جميع خطوط الطول، وعلى دائرة العرض، كما يختل الشكل الـصحيح تـدريجيا كلما بعدنا عن دائرة العرض الرئيسية الملامسة لمسطح المخروط لذلك لا يـصلح هذا المسقط لرسم الأقاليم التى تمتد امتداداً طولياً كبيراً (من الشمال إلى الجنـوب) بل يقتصر استعماله بشكل جيد على المناطق الصغيرة المساحة، كما أنـه يـصلح لرسم المناطق الممتدة عرضياً من (الشرق إلى الغرب)، مثل دول المغرب، كندا، سيبيريا، ... الخ.

كما أن شرط المساحات المتساوية غير محقق حيث أن خطوط الطـول جميعهـا عموديه على دوائر العرض (أى مسقط يكون فيه خطوط الطول متعامـدة علـى دوائر العرض لا يمكن أن يحقق شرط المساحات المتساوية لأنذلك التعامد لا يمكن أن يكون إلا على الكرة نفسها).

كما أن دوائر العرض تختلف أطوالها على الخريطة عن نظائرها على الطبيعة ما عدا الدائرة الإستوائية.

وقد أدخل تعديل على المسقط لتلافى التشويه الكـبير الموجود فى أطراف المسقط البعيدة عن درجة العرض الوسطى، وذلك بعمل دائرتين رئيسيتين للمسقط بدلا من دائرة واحدة، فنضمن بذلك دائرتين ينطبق عليهما مقياس الرسم بدلاً مـن دائـرة واحدة. هذا ويجب أن لا نخلط بين المسقط المخروطـى البـسيط ذو الـدائرتين الرئيسيتين أو المسقط المخروطى القاطع.

ثالثا: المساقط السمتية أو المستوية: Azimuthal Projections

وتتمثل فى تلك الأنواع من المساقط التى تركز على رسم نصف الكرة الأرضية أو جزء منها. وتكون فيها اللوحة مستوية وتمس نموذج الكرة الأرضية إما عند أحد القطبين، أو عند دائرة الاستواء، أو عند أية نقطة أخرى بينهما.

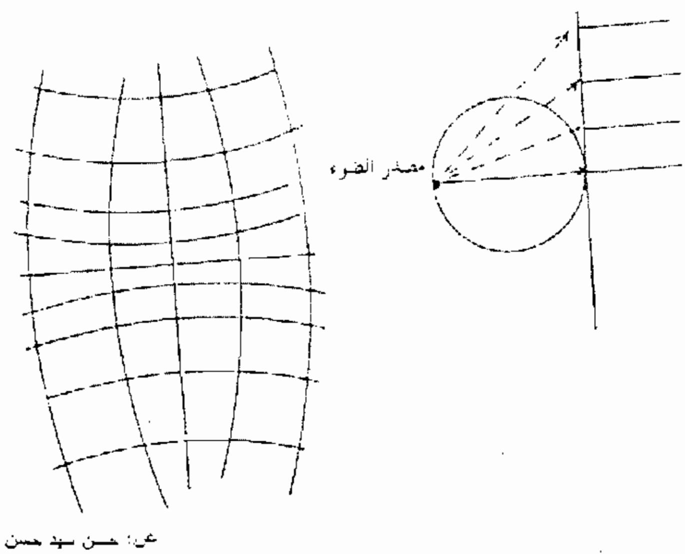
وهناك العديد من المساقط المستوية وأهم هذه المساقط هى:

١ - المسقط الاستوائى المجسم:

Stereographic Equatorial Projection:

يحقق هذا المسقط الزوايا الصحيحة (الاتجاه الصحيح) بصورة قريبة من الواقع. شكل رقم (٦٥).

ويلاحظ فى هذا المسقط أن مصدر الضوء يقع على خط الاستواء المماس للوحة الرسم، وتتباعد خطوط الطول عن بعضها كلما بعدنا عن مركز اللوحة وتكون هذه الخطوط على شكل أقواس، وينتج عن وقوع مصدر الضوء على خط الاستواء بعض التشوهات التى تصيب شبكة خطوط الطول والعرض.



شكل (٦٥) شبكة خطوط الطول والعرض فى المسقط الاستوائى المجسم

وتظهر دوائر العرض عبارة عن أقواس تنحنى باتجاه خط الاستواء وتتباعد عن بعضها باتجاه القطبين.

ويفيد هذا المسقط فى الملاحة البحرية، وفى رسم خرائط التوزيعات.

٢- المسقط الاستوائى الصحيح:

Equatorial Orthographic Azimuthal Projection:

ويستخدم هذا المسقط عند الرغبة فى رسم الخرائط التى لا تحتاج إلى مقياس رسم دقيق مثل خرائط الأرض والقمر.

وأهم ما يلاحظ على هذا المسقط أن خطوط الطول تظهر على شكل أقواس تتقارب من بعضها كلما بعدنا عن خط الطول الرئيسى وهو خط جرينتش، كما أن دوائر العرض تظهر على شكل خطوط مستقيمة وموازية لبعضها، وتتقارب كلما بعدنا عن دائرة الاستواء.

ويبدو التشويه فى شكل الخريطة التى يتم رسمها حسب هذا المسقط فى الأطراف البعيدة عن المركز. ومع ذلك فإن هذا المسقط يحقق كلا من الأبعاد والمساحات والأشكال والاتجاهات الصحيحة، ولكن فى منتصف الخريطة فقط.

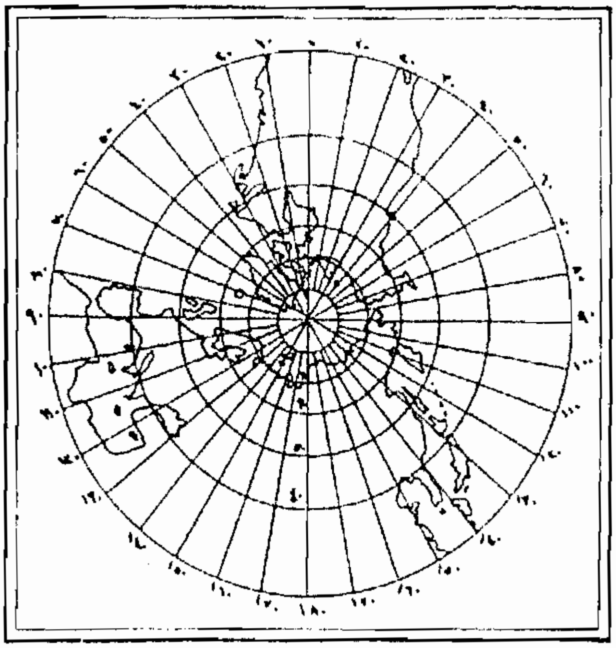
٣ - المسقط القطبى المجسم Polar Stareographic Projection:

ويستخدم هذا المسقط فى رسم الخرائط الفلكية والخرائط الجوية. وتظهر دائرة الاستواء فى هذا المسقط بوضوح عكس المساقط المستوية الأخرى، كما أن نسبة التباعد بين دائرة العرض ليست كبيرة، ويحقق هذا المسقط شرط الاتجاه الصحيح. شكل رقم (٦٦).

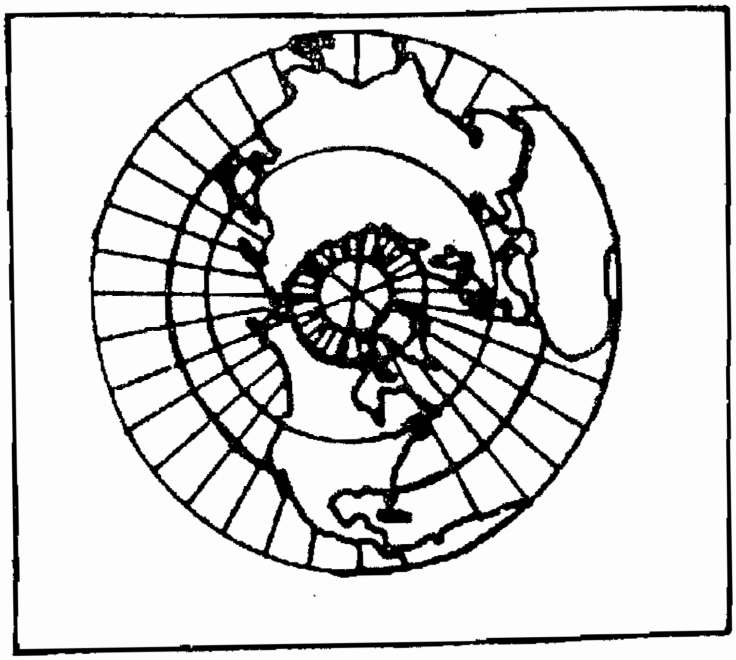
٤ - مسقط لامبرت القطبى للمساحات المتساوية:

Lambert's Polar Zenithal Projection

ويمكن استخدامه عند رسم المناطق القطبية الشمالية والجنوبية، أو عند رسم خرائط التوزيعات المختلفة. وأهم ما يمتاز به هذا المسقط تحقيقه لشرط المساحات المتساوية والاتجاه الصحيح. شكل رقم (٦٧).



شكل (٦٦) المسقط القطبى المجسم



شكل (٦٧) مسقط لامبرت القطبى

٥ - المسقط الكروى أو مسقط المساحات المتساوية:

Equidistant or Globular Projection:

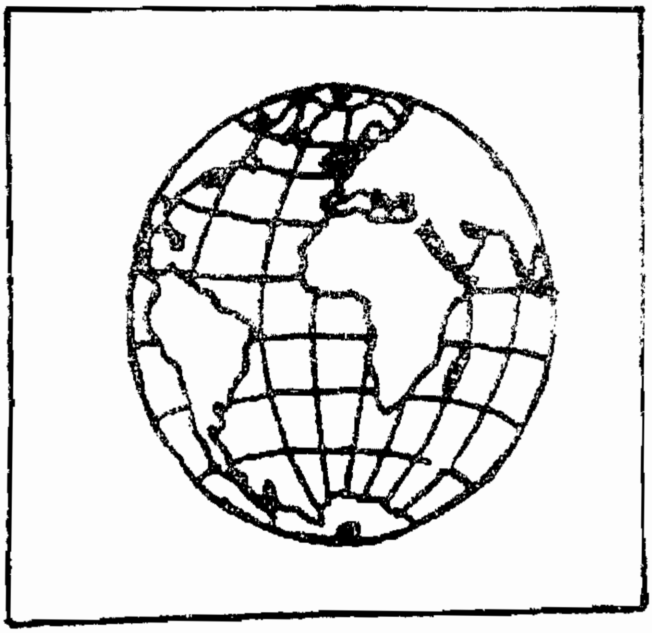
وتكون دوائر العرض فيه عبارة عن أقواس تنحنى قليلاً نحو دائـــرة الاســتواء، وتبعد عن بعضها بمسافات متساوية على خط الطول الأوسط فقط. ويحقق هذا المسقط شرط المسافات و الأبعاد المتساوية.

أما خطوط الطول فهى عبارة عن أقواس تكون المسافة بينها متساوية على دائرة العرض الواحدة وتتقارب من بعضها كلما ابتعدت عن دائرة الاستواء.

٦ - مسقط لامبرت للمساحات المتساوية:

Lambert's Zenithal Equivalent Projection

يستخدم المسقط لرسم الخرائط الطبوغرافية وخرائط التوزيعات لنــصف الكـــرة الأرضية أو لجزء منها. ويمتاز مسقط لامبرت للمساحات المتساوية بظهور خطــوط الطول ودوائر العرض بشكل أقواس، وتتعامد فيها دائرة الاستواء مع خــط الطــول الأوسط.



شكل (٦٨) مسقط لامبرت للمساحات المتساوية

ويحقق هذا المسقط شرط المساحات المتساوية. شكل رقم (٦٨).

٧ - المسقط المستوى المائل Oblique Azimuthal Projection:

يستفاد من هذا المسقط فى رسم أو وضع الخرائط السياسية لنصف الكرة الشمالى أو نصف الكرة الجنوبى. وتظهر فى هذا المسقط المناطق القطبية الشمالية إذا تم رسم نصف الكرة الشمالى، والمناطق القطبية الجنوبية إذا تم رسم نصف الكرة الجنوبى.

وأهم ما يمتاز به هذا المسقط ظهور دوائر العرض القريبة من المناطق القطبيــة على شكل بيضاوى، فى حين تظهر دوائر العرض الباقية بشكل غير متكامل.

الفصل الثامن

الخرائط الطبوغرافية

مفهوم الخرائط الطبوغرافية :

توضح الخرائط الطبوغرافيا Topographic Maps جميع الظاهرات الموجودة على سطح الأرض سواء كانت ظاهرات طبيعية مثل الجبال والهضاب والسهول والأنهار والوديان، والظاهرات البشرية مثل طرق النقل والمدن والقرى والترع والمصارف واستخدام الأرض والحدود السياسية.

ونظراً لكثرة المعلومات والبيانات الواردة فى مثل هذا النوع من الخرائط فإنها ترسم بمقياس رسم كبير، حتى تعكس الظواهر المختلفة بدرجة أقرب إلى وضعها الطبيعى.

وتأتى أهمية الخريطة الطبوغرافية من أنها تمثل الظاهرات الطبوغرافية الطبيعية والبشرية فى آن واحد على الخريطة.

لهذا تتعدد طرق وأساليب استخدامها تبعا لطبيعة عمل من يقوم باستخدامها حيث يرى جون داوسون(١) Jhon Dawson بأن الخرائط الطبوغرافية تمثل العمل الرئيسى للمساحين، فى حين أن الخرائط الموضوعية أو الخاصة Thematic Maps تمثل العمل الرئيسى للجغرافيين والكارتوجرافيين. وتمتلك معظم دول العالم سلسلة من الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس مختلفة، وتغطى هذه الخرائط معظم أجزاء هذه الدول، وأهم مقاييس الرسم المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية هى: ١ : ٢٥٠,٠٠٠، ١ :

---

(١) John, Op. Cit., p.6.

١٠٠,٠٠٠، ١ : ٥٠,٠٠٠ وأحياناً ترسم بعض الخرائط الطبوغرافية بمقياس رسم كبير وهو : ١,٠٠٠[١].

وترسم الخرائط الطبوغرافية فى مصر بمقياس رسم ١ : ١٠٠,٠٠٠، ١: ٥٠,٠٠٠ وقد ترسم بمقياس أكبر من ذلك مثل ١ : ٢٥٠٠ وتستخدم فى الخرائط الطبوغرافية رموزاً وعلامات اصطلاحية موحدة حتى تحقق عالمية استخدامها، وهذه الرموز تتميز ببساطتها وسهولة رسمها وفهمها وسرعة الاستدلال عليها:

الخرائط الطبوغرافية فى المملكة المتحدة (بريطانيا):

حتى فترة غير بعيدة كانت الخرائط الطبوغرافية ذات المقياس الكبير لا توجد سوى فى بعض الدول المتقدمة مثل بريطانيا والولايات المتحدة وكندا وغيرها. وكانت معظم الخرائط المنتشرة فى دول العالم هى خرائط ذات مقياس صغير، حيث تم الاتفاق على رسم سلسلة من الخرائط العالمية ذات مقياس رسم ١: ١,٠٠٠,٠٠٠ وذلك بمقتضى اتفاقية عام ١٨٩١ وفى عام ١٩٩١ تم الانتهاء من رسم خرائط طبوغرافية لنحو ١٥٠ دولة وبعد التطور المذهل فى صور الأقمار الصناعية والاستشعار عن بعد Satellite Photography & Remote Sensing سوف يتم تكملة رسم الخرائط الطبوغرافية التفصيلية لها فى دول العالم ولإتمام مثل هذه الخرائط العالمية يستلزم ذلك أمران[٢] أولهما:

معرفة الغرض من الخريطة، وثانيهما: عمل خريطة أساس Base Map واستخدامها فى توضيح البيانات.

وقد قامت مصلحة المساحة فى بريطانيا برسم خرائط طبوغرافية للجزر البريطانية بمقياس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠، ١ : ٥٠,٠٠٠، ثم تلى ذلك رسم سلسلة من الخرائط تحمل الأرقام من ١ إلى ٢٠، حيث أصبحت السلسلة الأحدث تحل محل السلسلة الأقدم، مثل السلسلة الثانية حلت محل السلسلة الأولى، والثالثة تحل محل الثانية وهكذا. وقد تم رسم مجموعة لوحات السلسلة الأولى عام ١٨٠١ وكانت بمقياس

(١) Ibid., P. 60

(٢) Ibid., P. 62

١ : ٦٣٣٦٠ أى بوصة لكل ميل وتم رسم السلسلة الثانية عام ١٨٤٠ وتـم رسـمها بمقياس ١ : ٥٠٠,٠٠٠ والثالثة عام ١٨٩٣ والرابعة عام ١٩١٩ وهكذا حتى السلسلة ١٤ والتى تم رسمها عام ١٩٥٩ وكان مقياس رسمها ١ : ٥٠,٠٠٠ وأخر مجموعـة من الخرائط التى تم إعدادها فى بريطانيا عام ٢٠٠٠.

وتجدر الإشارة إلى أن مصلحة المساحة البريطانيـة تقـوم بمراجعـة مـستمرة للخرائط من خلال دراسات حقلية، لتوقيع ما يستجد من ظاهرات وتحـديث الخـرائط ورسمها بمقياس رسم أكبر. وقد تم عمل مجموعة من الخرائط رسمت بمقياس رسـم ١ : ٢٥٠٠، ١ : ١٢٥٠ والأخيرة توضح المدن الكبرى فى بريطانيا.

الخرائط الطبوغرافية فى الولايات المتحدة الأمريكية:

United States of Geological Survey (US GS)

تعتبر هيئة المساحة الجيولوجية فى الولايات المتحدة هى الهيئة المسئولة عن رسم الخرائط الطبوغرافية فى الدولة، وقد قامت الهيئة برسـم مجموعـة مـن الخـرائط الطبوغرافية تغطى جميع أجزاء الولايات المتحدة، وقد رسمت هذه الخرائط بمقيـاس رسم ١ : ٢٥٠,٠٠٠، ١ : ١٠٠,٠٠٠[١] كما توجد مجموعة من الخرائط الطبوغرافية ذات مقاييس مختلفة، وأهم أنواع هذه الخرائط يطلق عليها أسم الخرائط رباعية الزوايا Quadrange وترسم هذه الخرائط بمقياس رسم ١ : ٢٤,٠٠٠، وتغطى هذه الخـرائط نحو ٤٨ ولاية والتى تشكل الجزء المتصل فى اليابس الأمريكى، بالإضافة إلى جـزر هاواى، ويوجد نحو ٤٥ ألف خريطة طبوغرافية من هذا النـوع توضـح الأراضـى الأمريكية، ومساحة كل خريطة من هذه الخرائط ٧,٥ دقيقـة طـول × ٧,٥ دقيقـة عرض، أى ١٢٥ درجة طولية ومثلها درجة عرضية.

وتعتبر ولاية ألا سكا من الولايات الأمريكية ذات الشكل الرباعى، حيث تم رسم نحو ٢٧٠٠ خريطة رباعية الشكل لأبراز معالم هذه الولاية.

(١) Getis, and others, op. Cit. p. 31

الخرائط الطبوغرافية فى كندا :

تعتبر هيئة المساحة والخرائط والاستشعار عن بعد والموارد الطبيعية Survey & mapping & Remote sensing and natural Resources (N. R. C. A. N) هى المسئولة عن إنتاج الخرائط فى كندا. وترسم الخرائط الطبوغرافية بمقياس رسم ١ : ٠٠٠، ٢٥٠، وهذا النوع من الخرائط يغطى جميع أجزاء الدولة، أما بالنسبة للمناطق كثيفة السكان فى جنوب كندا فيوجد لها خرائط ذات مقياس ١ : ٠٠٠، ٥٠. وتقوم هيئات المقاطعات الكندية بإنتاج خرائط ذات تفاصيل دقيقة وترسم بمقاييس رسم كبيرة.

الخرائط الطبوغرافية فى مصر :

رسمت الخرائط الطبوغرافية في مصر بمقاييس رسم مختلفة تبعا للحاجة إلى استخدامها، فأنشئت خرائط للصحارى بمقاييس أصغر من الخرائط التى رسمت للمناطق الزراعية، نظرا لأن الأخيرة لها أهمية اقتصادية أكبر، بالإضافة إلى توافر الظاهرات البشرية بها، مما أستدعى استخدام المقياس الأكبر لضمان عدم تداخل الرموز الممثلة لهذه الظاهرات وظهور الخريطة مشوهة.

وقد أصدرت مصلحة المساحة المصرية سلسلة من الخرائط الطبوغرافية نشرت فى سلسلة من الخرائط بعنوان أطلس مصر الطبوغرافى، بمقياس ١ : ٠٠٠، ١٠٠، كما أصدرت عدة خرائط أخرى بمقياس ١: ٠٠٠، ٥٠ خاصة ببعض المناطق الهامة مثل منطقة العريش، وكذلك مجموعة أخرى خاصة بالمدن المصرية بمقياس ١ : ٠٠٠، ٢٥ . وأهم الخرائط الطبوغرافية التى يتم تداولها فى مصر هى:

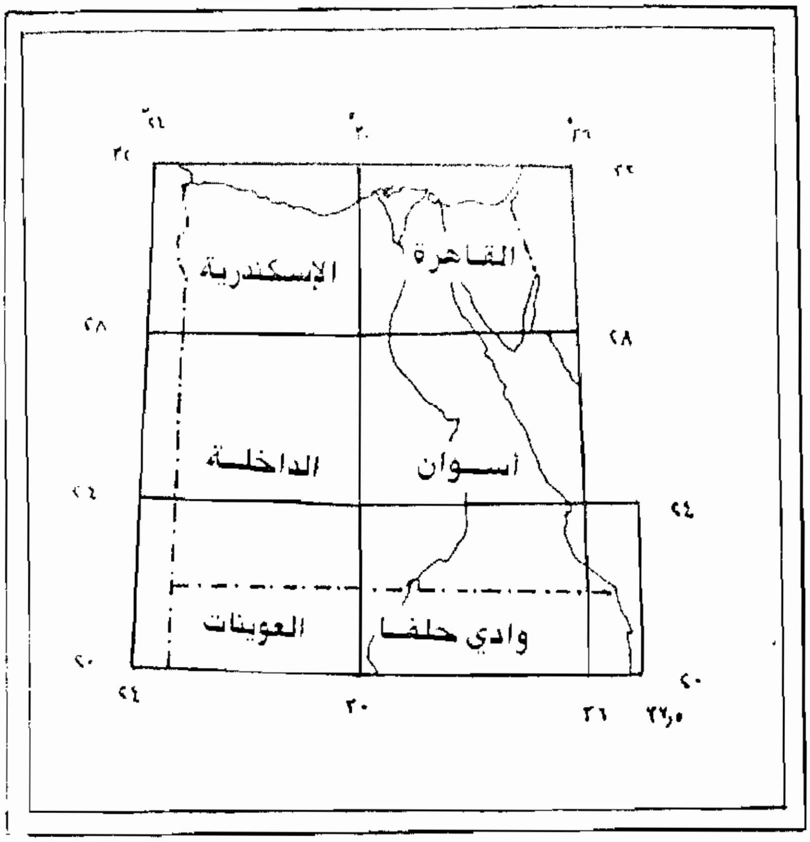
خريطة مقياس ١ :٢ مليون :

طبعة هذه الخريطة فى لوحة تمثل مصر بأكملها وهى تظهر المعالم الجغرافية الهامة من حدود وأنهار وجبال وزراعة، كذلك تبرز التقسيم الإدارى على مستوى المحافظات.

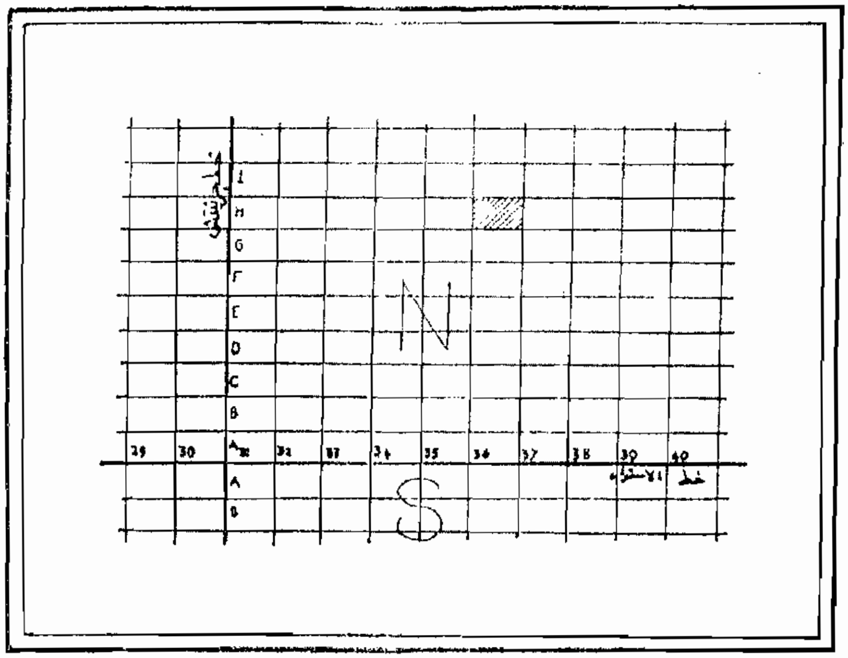
خرائط مقياس ١ : ٠٠٠، ٠٠٠، ١:

وتسمى بالخرائط الدولية، لاتفاق دول العالم فى المؤتمرات الجغرافية على طبعها وتبادلها، مع الاحتفاظ بمساحة كل خريطة بحيث تساوى ٦ درجات طول × ٤

درجات عرض، وكذلك ثبات الرموز والاصطلاحات الطبوغرافية المستخدمة فيها، وأن يكون الفاصل الكنتورى الرأسى ١٠٠ مترا. ولا تظهر فى هذا النوع من الخرائط شبكة الإحداثيات ولكن يرسم عليها فقط خطوط الطول والعرض، واللون الأخضر بها لا يمثل الزراعة ولكنه يدل على مناسيب بين صفر، ٢٠٠ مترا فوق مستوى سطح البحر، وكذلك منسوب ٢٠٠ متر تحت مستوى سطح البحر حيث يكون اللون الأخضر الداكن، ويوضح عليها الموانى والسكك الحديدية والمطارات. ومجموعة الخرائط المليونية لمصر هى: القاهرة، الإسكندرية، أسوان، الداخلة، وادى حلفا، العوينات. ولهذا النوع من الخرائط دليل به شرح يوضح كيفية الاستدلال على هذه الخرائط الدولية شكل (٦٩).



شكل (٦٩) توزيع خرائط مصر ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠



شكل (٧٠) مفتاح خرائط مصر ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠

خرائط مقياس ١ : ٥٠٠، ٠٠٠:

تتكون خرائط مصر من هذا المقياس من ١٢ لوحة تمتد كل منها فتشمل ٤ درجات طول × ٢,٥ درجة عرض. ولوحاتها هي: شمال سيناء – القاهرة – مطروح – جنوب سينا – أسيوط – البحيرة – القصير – قنا – الداخلة – جبل علبة – أسوان – العوينات، حيث يمثل اللون الأخضر بها الأراضى الزراعية، فى حيث يمثل اللون البنى الأراضى الصحراوية، وقد رسمت عليها شبكة الإحداثيات والفاصل الكنتورى بها ١٠٠ مترا ويوضح الشكل رقم (٧٠)، توزيع خرائط مصر ١: ٥٠٠,٠٠٠.

خرائط مقياس ١ : ٣٠٠، ٠٠٠ :

رسمت خريطتان بهذا المقياس، هما خريطة مواصلات الوجه البحرى والفيوم، وخريطة مواصلات الوجه القبلى، وتهتم الخريطتان بإظهار شبكة الطرق البرية والملاحة النهرية.

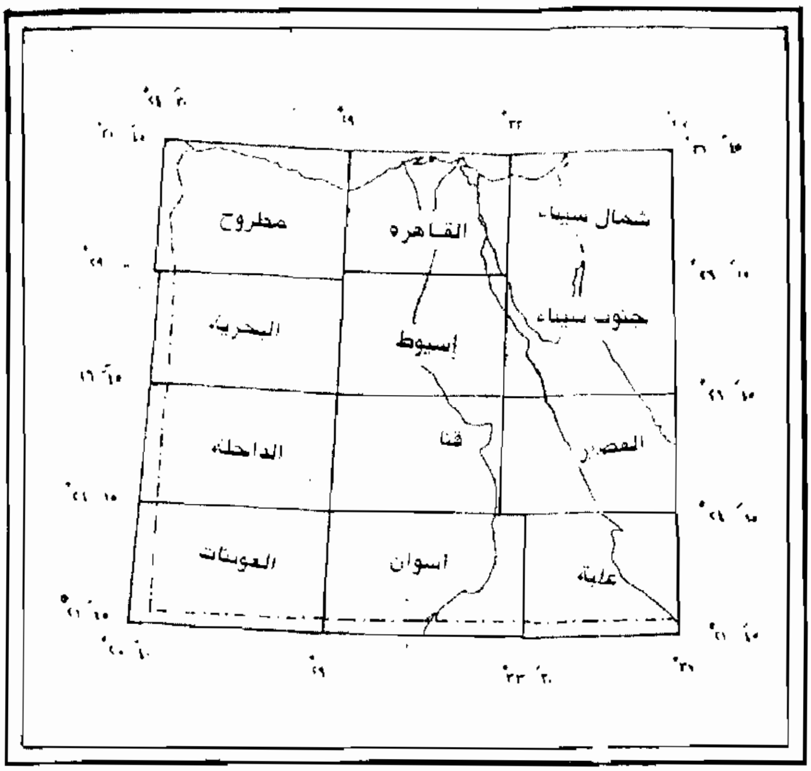
خرائط مقياس ١ :١٠٠،٠٠٠ :

مساحة كل خريطة ومن هذه الخرائط ٤٠ دقيقة طول × ٦٠ دقيقة عرض

أى $\frac{٢}{٣}$ درجة طولية ودرجة عرض واحدة .

خرائط مقياس ١ : ٥٠،٠٠٠ :

يطلق على هذا المقياس أسم خرائط التدريب، لأنها رسمت خصيصاً بمعرفة الجيش لمناطق التدريب العسكرى فقط وهى: شرق القاهرة – غرب القاهرة – منقباد – أسوان – العامرية – العريش، والفاصل الكنتورى بها ٥ متر فى الأراضى الصحراوية ونصف متر فى الأراضى الزراعية. شكل (٧١).



شكل (٧١) توزيع خرائط مصر ١ : ٥٠,٠٠٠

خرائط مقياس ١ : ٠٠٠، ٢٥ :

رسمت هذه الخرائط لوادى النيل ودلتاه وبعض الخرائط للمناطق الهامة في الصحراء الغربية وسيناء، وتبلغ عدد لوحاته حوالى ٤٥٠ خريطة.

خرائط مقياس ١ : ٠٠٠، ١٥:

وينتمي لهذا المقياس خريطة القاهرة السياحية.

خرائط مقياس ١: ٠٠٠، ١٠ ،١: ٠٠٠، ٥ ، ١ : ٠٠٠٠، ١ ، ١ : ٥٠٠:

وقد رسمت هذه الخرائط للمدن لإظهار التفاصيل الكافية للمبانى والشوارع حسب أهمية المدينة، وتستخدم هذه الخرائط للأغراض المدنية والعسكرية.

أنواع الخرائط الطبوغرافية :

(أ) الخرائط العسكرية:

أنشئت الخرائط الطبوغرافية فى المقام الأول من أجل الأغراض الحربية، ولذلك كثيراً ما تسمى الخرائط الطبوغرافية بالخرائط العسكرية. وتوضح الخرائط العسكرية كل أنواع الظاهرات ذات الأهمية الإستراتيجية والتى قد تفيد فى تخطيط عمليات التكنيك الحربى وفى تحريك الجيوش. وتتمثل بعض هذه الظاهرات في أشكال سطح الأرض وحدود المناطق الإدارية ووسائل المواصلات وأنابيب المياه والبترول والخطوط الكهربائية ومناطق العمران. وفى الماضى كانت الخرائط العسكرية المتاحة هى أكثر أنواع الخرائط الطبوغرافية تفصيلاً.

ولكن لم تعد هناك اختلافات ملحوظة بين الخريطة العسكرية والخريطة الطبوغرافية العامة فى الوقت الحاضر[1].

وترسم هذه الخرائط بمقياس رسم ١ : ٥٠,٠٠٠، ويطلق على هذا المقياس أسم خرائط التدريب، كما سبق الإشارة لأنها رسمت خصيصاً بمعرفة القوات المسلحة لمناطق التدريب العسكرى فقط.

(١) محمد محمد سطيحة، مرجع سبق ذكره، ص ٢٣.

(ب) الخرائط السياحية:

وتبدو أهمية هذه الخرائط فى الدول التى تضم بعض الآثار، وتستخدم كدليل للسياحة فى هذه البلاد. ومن قراءة هذا النوع من الخرائط نستطيع القول بأنها تعد ضمن الخرائط التفصيلية ولا تهتم بإبراز معالم سطح الأرض بقدر توضيحها للمعالم الحضارية والسياحة والآثار والمزارات والأديرة والأضرحة والمنتزهات والمسارح والمتاحف والمعابد، ويستخدم هذا النوع من الخرائط الرموز التصويرية بشكل كبير، وتبدو ملونه ذات طباعة جيدة. وقد رسم هذا النوع من الخرائط فى مصر بمقياس ١ : ٤٠٠,٠٠٠ لتوضح معالم مدينة الإسكندرية السياحية، ويمكن الرجوع إلى دليل هذه الخريطة للتعرف على المعالم السياحة بالمدينة، كما رسمت لمدينة القاهرة خريطة سياحية بمقياس رسم ١ : ١٥,٠٠٠، ولم يرسم فى الخرائط المصرية بهذا المقياس سواها وأيضا رسمت خريطة أخرى أخذت لمدينة القاهرة بمقياس ١ : ١٢,٠٠٠ بعد توقف إصدار الخريطة الأولى، وتبدو القاهرة فى لوحتين الأولى لشمال القاهرة والثانية لجنوبها، وإن كانت اللوحتان لا تغطيان القاهرة برمتها.[١]

(ج) الخرائط الإدارية:

وهى نوع من الخرائط الطبوغرافية وتهمل هذه الخرائط تمثيل الظاهرات الطبيعية إلا الرئيسى منها، كما تركز على توضيح الحدود والمناطق الإدارية ومراكز العمران وطرق المواصلات.

وهذا النوع من الخرائط يسمى أحياناً خرائط الأساس Base Map إذ تصلح لكى تكون النواة لرسم خرائط التوزيعات الكمية وغير الكمية. إذ تسمح المساحات والمناطق الإدارية بهذه الخريطة على تمثيل الظواهر الجغرافية بشكل كمى أو غير كمى.

---

(١) أحمد البدوى الشريعى: الخرائط الجغرافية تصميم وقراءة وتفسير، دار الفكر العربى، القاهرة ١٩٩٨، ص ٧٨ – ٧٩.

(د) الخريطة الكوروجرافية: Choreographic Map

هى مجموعة من الخرائط يستخدمها الأمريكيون ويتراوح مقياس رسمها من ١ : ٥٠٠,٠٠٠ فأصغر وحتى ١ : ٥,٠٠٠,٠٠٠. وتسمى أحيانا بالخرائط الطبوغرافية العامة، وتظهر هذه الخرائط الظاهرات الجغرافية الطبيعية مثل الجبال والهضاب والأنهار، والظاهرات البشرية مثل مراكز العمران وطرق المواصلات والحدود الإدارية واستخدام الأرض.

ونظراً لأهمية الخريطة الطبوغرافية التى تمثل الظاهرات الطبيعية والبشرية فى آن واحد، حيث تتعدد طرق وأساليب استخدامها، فسوف نتعرض لدراسة الظاهرات التى يمكن أن تتمثل على هذا النوع من الخرائط.

الظاهرات الطبوغرافية الطبيعية:

وهى تشمل جميع الظاهرات التى توجد على سطح الأرض أى دون تدخل من الأنسان فى تشكيلها أو استخدامها. ومن هذه الظاهرات الجبال والهضاب والسهول والأنهار والسيول والرمال بكل أشكالها والسواحل والجزر والبحيرات والمستنقعات.

الظاهرات الطبوغرافية البشرية:

وهى الظاهرات التى يتمثل فيها جهد الانسان فى بيئته، وهى ظاهرات استحدثها وأضافها إلى الظاهرات الطبيعية، مستغلا فى ذلك كل الإمكانيات التى تتيح له فرص استغلال الموارد الطبيعية لفائدة البشرية. ومن أهم هذه الظاهرات مراكز العمران البشرية المختلفة كالمدن والقرى والموانى والطرق على اختلاف أنواعها من مدقات بسيطة إلى طرق غير معبدة وأخرى معبدة، والسكك الحديدية بأنواعها ضيقة المقياس أو العالمية المزدوج منها وغير المزدوج، إلى جانب الجسور والأنفاق والمطارات والمناطق المزروعة والكبارى والجسور والحدائق والمنتزهات وأماكن الترفيه والمصانع والمبانى الحكومية وخطوط الهاتف.

ولاشك أن مجموعة الظاهرات الطبيعية والبشرية يمكن أن تتمثل على الخريطة الطبوغرافية بواسطة الرموز الاصطلاحية التى يتفق عليها عادة وترفق بالخريطة من خلال مفتاح الخريطة.

وتعد الخريطة الطبوغرافية فى واقع الأمر صورة رأسية لجميع ما يمكن تمثيله على سطح الأرض من ظاهرات طبيعية أو بشرية وذلك من خلال مجموعة من الرموز الاصطلاحية. فنجد على سبيل المثال الطرق بمختلف أنواعها تتخذ خطوطاً تختلف أشكالها تبعا لاختلاف نمط الطريق، والمناسيب المختلفة الخاصة بالارتفاعات والانخفاضات تمثل بواسطة خطوط تعرف بخطوط الكنتور أو بظلال وألوان متعارف عليها أيضا.

وهذه الظاهرات سواء كانت ظاهرات طبيعية أو بشرية تمثل على الخرائط الطبوغرافية بواسطة الرموز والاصطلاحات والتى توضح فى مواقعها كما لو كانت صورة فوتوغرافية مأخوذة لسطح الأرض من مسقط رأسى، ولكن ليست كما هى بل على شكل رموز خاصة[١].

تمثيل الظاهرات الجغرافية على الخريطة الطبوغرافية:

فى البداية ينبغى الوقوف على بعض المفاهيم المتعلقة بالخرائط عامة فالخريطة تستمد أهميتها وفائدتها فى الواقع من فهم مستخدمها ومدى إمكانياته فى تحقيق الغرض المقصود من دراستها.

فالخريطة فى نظر الجغرافيين تعنى أنها صورة لمساحة من الأرض توضح الملامح الرئيسية لها، وموقعها وأشكال الطرق المختلفة التى تمتد فوقها، سواء كانت بريه أو حديدية، والمبانى والمنشآت والغابات والمستنقعات والبحيرات ... الخ.

وفى الواقع يمكن القول بأن الخرائط تستخدم بصفة عامة كمرشد لخط سير معين، ويمكن لأى دارس مبتدئ أن يعبر عن الخريطة بأنها صورة لجزء من سطح الأرض وما يعلوه من إنشاءات من صنع الإنسان، وبدلا من تصوير هذا الجزء من مستوى أفقى لشخص يقف على هذه الأرض أو يسير فوقها، فإن الصورة التى تعبر عنها الخريطة تكون بعد رسمها صورة لنفس هذه الظاهرات ولكن من مستوى رأسى.

فحينما ننظر إلى الخريطة لابد أن نتذكر أنها صورة مرسومة بمقياس رسم معين وليست إطلاقا صورة فوتوغرافية. فالصورة الفوتوغرافية لا يصاحبها وجود أى

(١) محمود عبد اللطيف عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبى، مرجع سبق ذكره، ص. ص ١٦٦ – ١٦٧.

اصطلاحات أو رموز كارتوجرافية يمكن أن توضح عليها ولكن الخريطة تترجم وتضيف وتحقق بعض أوكل الظاهرات الطبوغرافية البشرية والطبيعية والتى يمكن أن تصورها الكاميرا بعد تحويلها إلى رموز واصطلاحات عالمية يعرفها الجغرافيون والعسكريون والرحالة، كما أن مثل تلك الرموز والاصطلاحات لابد أن يوضع لها مفتاح فى أسفل الخريطة يعمل على تفسيرها لمن حملها.

وهذه الرموز والاصطلاحات تحل محل الكاميرا فى تصوير مثل هذه الظاهرات. فتتحول ظلال المرتفعات والانخفاضات إلى خطوط تعرف بخطوط الكنتور أو خطوط مناسيب متساوية، وكذلك تحويل مظاهرها الحقيقية إلى رموز واصطلاحات ذات دلالات متعارف عليها، عن طريق هذه الرموز والاصطلاحات يمكن أن نقف ببساطة على الفرق بين الصورة الفوتوغرافية والخريطة.

الرموز والاصطلاحات المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية:

تعد الرموز والاصطلاحات ذات دلالة خاصة، فالخريطة ما هى إلا تمثيل رمزى، والخريطة تختلف فى شكلها ومساحتها عن الأصل الذى تمثله وذلك طبقاً لمقياس الرسم المستخدم، ولذلك فقد تطلب هذا اختصار العديد من المعالم الجغرافية سواء الطبيعية أو البشرية وذلك حتى لا تزدحم الخريطة بالمعلومات، ويمكن قراءتها وتفسيرها بسهولة ويسر، ومن هنا كانت الحاجة لاستخدام طرق محددة لتوضح هذه المعالم.

ولاشك إن استخدام الرموز يعد هنا أمثل هذه الطرق وأنجحها.

وقد استخدمت الرموز منذ أقدم العصور لتوضيح ظاهرات الخريطة المختلفة وكانت أقدم الرموز هذه هى الرموز التصويرية Pictorial حيث استخدم صورا صغيرة لنوع من الظاهرات التى ترمز لها. وفى الواقع فإن استخدام هذا النوع من الرموز قد يكون مفيداً فى خرائط السياحة والإعلان، وكذلك الخرائط الحائطية. وهناك العديد من الأطالس المعروفة فى العالم كأطلس برجامون الذى استخدمت فيه هذا النوع من الرموز، وأيضا الرموز الهندسية تعد من الرموز المستخدمة بكثافة كبيرة فى الخرائط، وأكثر الأشكال الهندسية استخداما هى المربع والدائرة والمثلث[1] فعلى سبيل

(١) أحمد الشريعى، الخرائط الجغرافية، مرجع سبق ذكره، ص ١٩١.

المثال توضح المدن بطرق مختلفة حسب أهمية المدينة. فقد تبين المدينة فـــى شـــكل دائرة فى داخلها نقطة أو فى شكل دائرة سوداء أو فى شكل مستطيل أو مربع، وفـــى بعض الأحيان توضح المدينة برسم مظلل يتفق مع شكل حدودها أما المبانى المهمـــة كالمساجد والكنائس والمنائر يرمز لكل منها بعلامة خاصة فالمسجد يرمز له بـــدائرة سوداء يعلوها هلال، والكنيسة يرمز لها بائرة سوداء يعلوها صليب، والمنارة تبين فى شكل منارة مصغرة. والمجارى المائية كالأنهار والقنوات والمصارف، توضح هذه فى العادة بخطوط زرقاء. وترسم الأنهار فى شكل خطوط رفيعة ناحية المنبـــع وســـميكة ناحية المصب أما القنوات فترسم خطوطا متساوية السمك. وترسم السواحل بخطـــوط رفيعة متساوية السمك والكثبان الرملية توضح بنقط متجاورة، والمـــستنقعات توضـــح بشرط أفقية يعلو بعضها شرط رأسية. وتوضح الحشائش بواســـطة شـــرط قـــصيرة متجاورة يتألف من مجموعها شكل هلال.

والغابات يرمز لها بأشجار تعين نوع الغابة. أما بالنسبة للطرق فترسم بأنواعهـــا المختلفة فى شكل خطوط حمراء حيث توضح والطرق الرئيـــسية بخطـــوط ســـميكة والطرق الثانوية ترسم خطين رفيعين متوازيين والطرق الصحراوية ترســـم خطـــوط متقطعة. أما الجسور فترسم فى شكل صفين متوازيين من شرط رأسية قصيرة، بينما السكك الحديدية ترسم فى شكل خطوط سوداء سميكة أو خطوط مقطعة رفيعة مسننة، فى حيث يرمز للحدود بخطوط سوداء مقطعة بينها نقط إن كانت حدوداً تفـــصل بـــين الدول وبخطوط مقطعة فقط إن كانت تفـــصل بـــين المحافظـــات أو المقاطعـــات أو الولايات(٢) وقد نجد فى الخريطة الطبوغرافية الحروف الهجائية فاستخدامها يشبه إلى حد ما استخدام الرموز والألوان، فمثلاً يكتب حرفى T . P للدلالة على وجود مكتـــب بريد وتلغراف أو P. O للدلالة على وجود قسم بوليس أو شرطة.

كما أن للأرقام دور هام فى توضيح ارتفاع بعض الظـــاهرات الطبيعيـــة علـــى الخريطة الطبوغرافية، فهى تستخدم بجوار خط الكنتور للدلالة على قيمته أو الارتفاع الذى يمثله هذا الخط ومقدراً بالأرقام أو الأمتار بالنسبة لمنسوب سطح البحـــر، كمـــا

(٢) محمد متولى موسى، ابراهيم أحمد رزقانه، قواعد الجغرافية العملية، الطبعة الثانية، مكتبة الآداب ومطبعتها، القاهرة ١٩٦٩ ص ١١٠ – ١١١.

تمثل الأرقام لتحديد ارتفاع بعض نقاط سطح الأرض ممثلة فى نقط مناسيب ونقط روبير أو نقاط مثلثات.

ونحن ننصح الطالب فى هذا الصدد، ولتحقيق أكبر قدر ممكن من الاستفادة من الخرائط الطبوغرافية، أن يهتم بدراسة مفتاح هذه الخرائط ويحفظ الرموز الموجودة به مع ما تعنيه دون إغفال للون هذه الرموز، وهنا يحتم الأمر الاهتمام بثلاثة أسس هى:-

* **شكل الرمز:** دائرة مربع - مستطيل - خط (متصل، متقطع) - حرف هجائى - رقم Number Or Digit.
* **حجم الرمز:** كبير (غرود، كثبان) بحار صغير، (مبانى، قرى، آثار، كبارى).
* **لون الرمز:** أسود - مظلل (أبيض وأسود) - أحمر - أخضر - برتقالى - أصفر.

ويوضح الشكلين (٧٢)، (٧٣) أهم الرموز والعلامات الاصطلاحية المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية بوجه عام ومصر بوجه خاص.

مراحل إنشاء الخريطة الطبوغرافية:

تمر الخريطة بالمراحل الآتية:

١- عملية الاستكشاف واختيار نقط المثلثات.

٢- رصد نقط المثلثات وحسابها.

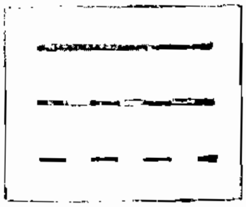
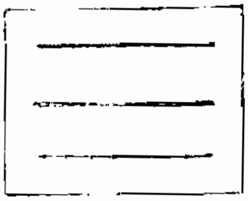
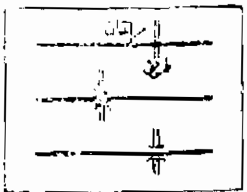
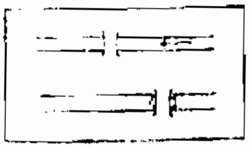
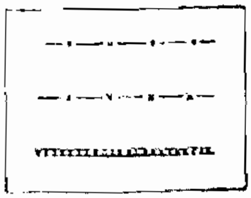
٣- رسم التفاصيل للظاهرات الطبوغرافية وخطوط الكنتور.

٤- إعداد الخريطة فى مكاتب الرسم.

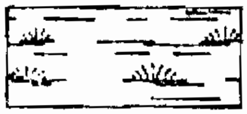
٥- طبع الخريطة.

وتتم العمليات الثلاث الأولى فى الطبيعة (فى الحقل أو الميدان) أما الباقى فيتم فى أقسام المساحة المختلفة.

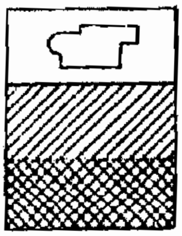
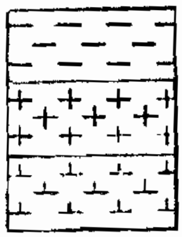
وفيما يلى دراسة لهذه المراحل:

الاصطلاح	الدلالة	ملاحظات
(١) (٢) (٣) 	طريق (أحمر)	(١) طريق درجة أولى أى أسفلت ويسمح بالمرور فى الاتجاهين (٢) طريق درجة ثانية صالح لمرور العربات (٣) مدق
(١) (٢) (٣) 	سكك حديدية (أسود)	(١) سكك حديدية مزدوجة (٢) سكك حديدية مفردة (٣) سكك حديدية ضيقة
(١) (٢) (٣) 	مزلقان سكة حديد وكوبرى	(١) مزلقان (٢) طريق يمر فوق السكة الحديد (٣) السكة الحديد تمر فوق طريق
(١) (٢) 	كوبرى هويس	(١) كوبرى فوق نهر (٢) هويس فى نهر
(١) (٢) (٣) 	أسوار	(١) سور سلك (٢) سور سلك شائك (٣) سور أشجار نضرة

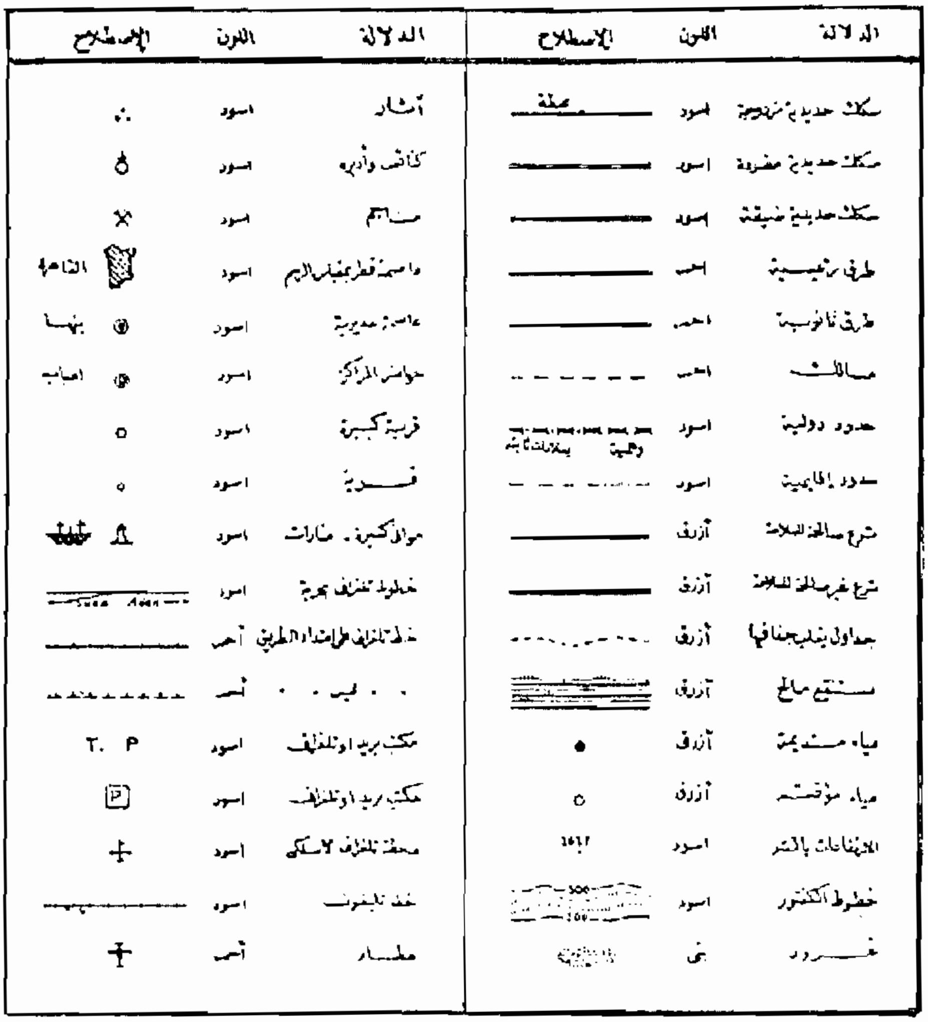
شكل (٧٢) الرموز والعلامات الاصطلاحية المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية

الاصطلاح	الدلالة	ملاحظات
	حشائش (أخضر)	
	أشجار	بساتين أشجار باسقة نخيل
	مستنقعات (أسود)	المستنقع عو بركة تنمو بها الحشائش وعمق الماء فيها قليل
	بركة (أزرق)	الخط الخارجى يمثل الحدود العليا للبحيرة
	خطوط كنتور (بنى)	خطوط وهمية ترسم على الخريطة وتمر بالنقطة المتساوية الارتفاع عن متوسط سطح البحر
	خطوط هيئة (بنى)	خطوط الهيئة توضح بعض أشكال ذات أهمية تركت عند وضع الكنتور العادى

تابع شكل (٧٢) الرموز والعلامات الاصطلاحية المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية

الاصطلاح	الدلالة	ملاحظات
	جسر وخندق	الجزء العريض من الهاشور يدل على الناحية المنخفضة
	غرد	مجموعات من الكثبان الرملية كونتها الرياح. الخط الخارجي يمثل حدود الغرد
(١) ٣٣٢ △ (٢) . ١١٤	نقطة مثلثات نقطة ارتفاع	(١) نقطة مثلثات موجودة في الطبيعة والخريطة (٢) نقطة ارتفاع موجودة في الخريطة وغير موجودة في الطبيعة
	معبد	(١) جامع (٢) كنيسة للمسيحيين (٣) معبد إسرائيلي
	مباني	(١) مباني خاصة (٢) مباني عامة (٣) مباني حكومية
	جبانات	(١) جبانة مسلمين (٢) جبانة مسيحيين (٣) جبانة يهود

تابع شكل (٧٢) الرموز والعلامات الاصطلاحية المستخدمة فى الخرائط الطبوغرافية



شكل (٧٣) الرموز والعلامات الاصطلاحية المستخدمة فى خرائط مصر ١ : ١,٠٠٠,٠٠٠

(١) عملية الاستكشاف واختيار نقط المثلثات:

يبدأ العمل بانتقال المساح إلى الطبيعة أو الأرض على أن يكون ملما بقدر من المعلومات عن المنطقة المجاورة للأرض المطلوب مسحها تشمل أقرب نقط مثلثات ملاصقة لها لكى يربط الخريطة الجديدة بهذه النقط. وعند الوصول إلى الحقل أو الميدان تبدأ عمليات الاستكشاف بالتعرف على حدود النقطة والظاهرات الهامة والشهيرة التى تصلح أن تكون نقط مثلثات.

والفكرة فى إنشاء نقـط المثلثات شكل رقم (٧٤) هو تغطية المنطقة بشبكة مـن المثلثات المتصلة ببعضها بحيث يمكن عند الوقوف فى رأس إحداها أن يرى الراصد جميع نقط المثلثات الأخرى المجاورة لها، وبذلك يتمكن بقراءة الزوايا الأفقيـة بينهـا ومعرفة طول ضلع واحد لمثلث ما أن تغطى المنطقة بشبكة من المثلثات المحـسوبة والمربوطة بالمنطقة المجاورة، والتى عند رسمها على الخريطة تكون الهيكل الرئيسى لها حتى إذا ما أتم المساح رسم الظاهرات الطبيعية والبشرية داخل هذه المثلثات أمكن الحصول على خريطة دقيقة تمثل الطبيعة.

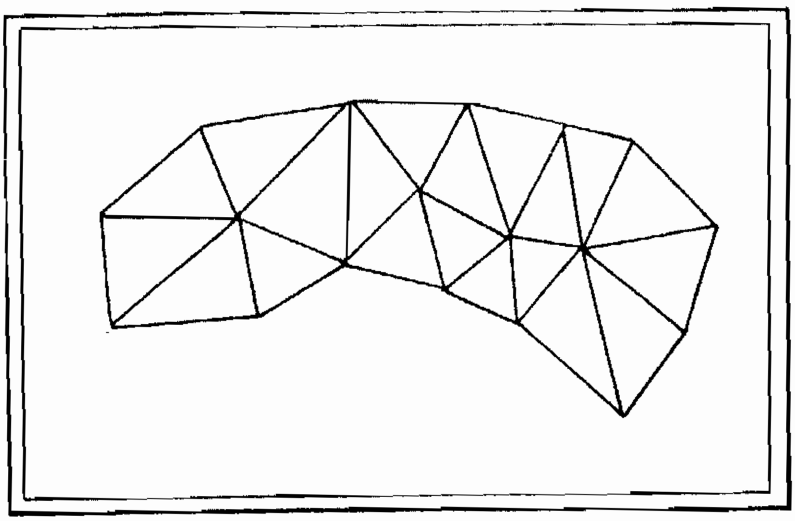
فكأن نقط المثلثات هذه قد روعى فى توقيعها على الخريطة منتهى الدقة سواء فى رصد الزوايا المحصورة داخلها وفى حساب أطوال أضلاعها.

وينبغى أن تتميز نقط المثلثات بالخصائص الآتية:

(أ) وجودها على ظاهرات مرتفعة تتبادل الرؤية مع البعض القريب منها.

(ب) سهولة التعرف عليها لشكلها المميز بكوم الحجارة أو البراميل فوق الزاوية الحديد أو الماسورة وخاصة عند إنشائها حديثا.

(ج) تتراوح أطوال أضلاع المثلثات بين ٣ – ١٢ كم، وهذه المسافات تصلح من الوجهة العلمية عند السير فى الملاحة البرية لاسيما ليلاً.



شكل (٧٤) شبكة المثلثات

(٢) رصد نقط المثلثات وحسابها:

هذه العملية يقوم بها المساح بواسطة آلة للرصد تسمى التيودوليت تمكنه من قياس الزوايا الأفقية المكونة لشبكة المثلثات، ثم مراجعتها بحيث تقفل هذه المثلثات بزوايا مجموعها ١٨٠ درجة لكل مثلث، ٣٦٠ درجة لكل الزوايا مجتمعة عند نقطة مثلثات واحدة، وبمعرفة طول ضلع أى مثلث من الشبكة المجاورة للخريطة يمكن ربط سلسلة المثلثات الجديدة عليه بحلها وحساب أضلاعها، وبذلك يمكن توقيعها على الخريطة ومعرفة احداثياتها.

(٣) رسم التفاصيل للظاهرات الطبوغرافية وخطوط الكنتور:-

يطلق على هذه العملية أسم (التحشية) وهى عبارة عن رسم الظاهرات الطبيعية والبشرية باستخدام البلانشيطة وأدواتها مع اتخاذ فقط في الطبيعة وتوقيعها على الخريطة بعد حساب مناسيبها للاستعانة بها فى رسم خطوط الكنتور، وطريقة ذلك أنه بعد توقيع نقط الارتفاع يمر بينها خطوط الكنتور بحيث يبعد عنها بنسبة فرق منسوبه عن منسوب نقط الارتفاع.

وأثناء رسم الخريطة، تكتب أسماء الظاهرات، كالجبال، والهضاب، والوديان، والقرى ...الخ من واقع تسميتها من السكان المحليين.

(٤) إعداد الخريطة فى مكاتب الرسم:-

بعد الانتهاء من العمل فى الحقل أو الميدان تسلم هذه الخريطة لمكاتب الرسم حيث تعاد رسمها بإتقان على أيد رسامين متخصصين، ويطبع نسخ زرقاء منها وتخصص نسخة لكل لون من ألوان الخريطة تميز فقط التفاصيل الخاصة بهذا اللون، ويعمل لها ألواح زنك، وبذلك نحصل على عدد من هذه الألواح بعدد الألوان المستعملة فى الخريطة.

(٥) طبع الخريطة:

تمر أوراق الطباعة على مجموعة ألواح الزنك بالتالى فى المطبعة حتى تنطبع عليها جميع الألوان مع ملاحظة تطابق الأركان فى جميع مرات إدخالها فى ماكينة

الطباعة، مع ملاحظة أن الطباعة تبدأ بالألوان الفاتحة وتنتهى بالألوان القاتمة، وبذلك تصبح الخريطة صالحة للتداول.

الألوان فى الخرائط الطبوغرافية :

تلتزم بعض الخرائط الجغرافية خاصة الطبوغرافية والحائطية بألوان محددة فى تمثيل ظاهرتها المختلفة حيث نصت الاتفاقيات والمؤتمرات الجغرافية والكارتوجرافية العالمية على ذلك بغرض وحدة هذه الألوان لتوحيد الدلالات والمفاهيم وذلك حتى تكون الخريطة بحق لغة عالمية تتعدى الحواجز الدولية.

وتزيد الألوان الخرائط الطبوغرافية وضوحا، فمقارنة خريطتين أحداهما وقعت عليها كل الظاهرات الطبوغرافية باللون الأسود، والأخرى بلونين أو أكثر، سنجد أنه كلما زادت الألوان وتعددت كلما كانت هناك فرصة أكبر للتمثيل الدقيق والسهل لمجموعة الظاهرات الطبوغرافية، كما تزداد قدرة قارئى الخريطة على استيعاب محتوياتها بسبب تنوع الألوان وما يتركه ذلك من أثر بصرى على ذهنه. وتتطلب مثل هذه الخرائط فى المقام الأول استعداداً فنياً لإخراجها وتداولها، ومن غير المعقول أن تكون ألوان الخريطة رهناً بذوق راسمها وإنما هى فى المقام الأول تكون ملونة على أساس علمى دولى متعارف عليه كما هو الحال بالنسبة للرموز المستخدمة فى الخرائط.

ويتم تلوين الخريطة عقب الانتهاء من تحبيرها حيث تكون طبقاً لما تعارفت عليه الأوساط العلمية فى مثل هذا المقام، أما إذا أريد بيان جزء لا يوجد ما يناظره على الخرائط التى تستخدم مثل هذه الرموز، فإنه يلون بلون خاص يشار إليه فى جدول الاصطلاحات الذى يرسم عادة أسفل كل خريطة، والذى يطلق عليه أسم مفتاح الخريطة.

وأهم الألوان التى تستخدم فى الخرائط الطبوغرافية عادة والمتعارف عليها دوليا هى[1]:-

(١) محمود عصفور، محمد الشرنوبى، مرجع سبق ذكره، ص ١٨١ - ١٨٣.

اللون الأزرق:

يمثل عادة جميع أنواع المسطحات المائية كالبحار والمحيطات والبحيرات والأنهار والمستنقعات.

اللون الأخضر:

وتمثل به كل مظاهر الغطاء النباتى مثل الغابات ومناطق الحشائش العالية والأحراش، وكذلك السهول، وفى بعض الأحيان المنخفضات والبساتين والفاكهة.

اللون البنى:

وهو اللون الذى يختص بأشكال سطح الأرض التى تعكسها خطوط الارتفاعات المتساوية (الكنتور) وكذلك الانحدارات الشديدة والجروف وغيرها.

اللون الأحمر:

ويستخدم فى رسم الطرق الهامة أو الرئيسية وأحيانا للمناطق الخطرة أو المغلقة، كما يستخدم لبيان الحدود الدولية والإقليمية، ولكن يرفق تحت خط متقطع أو خط منقوط (.– .– .–) باللون الأسود للدلالة على ذلك.

اللون الأسود:

ويستخدم لتوضيح الظاهرات الطبوغرافية البشرية أو لكل الظاهرات التى استحدثها الإنسان على سطح الأرض (Man made Features) مثل المساكن والمنشآت والمبانى والكبارى والسكك الحديدية والطرق العادية التى لا يوضحها اللون الأحمر.

اللون الأصفر:

ويستخدم أحيانا للمدن، وعلى مستوى الأطلس يستخدم لبيان مناطق الصحارى الحارة، ولا يشيع استخدامه كثيراً فى الخرائط الطبوغرافية الكبيرة.

اللون البنفسجى:

ويشيع استخدامه فى الخرائط لبيان المناطق التى ترتفع فى منسوبها عن منسوب (خط الجليد الدائم) ويشترك معها اللون الأبيض.

قراءة الخريطة الطبوغرافية:

إن عدم الإلمام بالرموز الاصطلاحية المختلفة التى يستخدمها الكارتوجرافيون لاختزال المعلومات على الخرائط يحول دون البدء فى قراءة الخرائط. فالعامل الأول لدارسى الجغرافيا هو إيجاد الألفة بينه وبين هذه المصطلحات التى توجد غالبا فى مفتاح الخريطة وتضمن قراءة الخريطة القدرة على الشرح وذلك من خلال العناصر التالية(١):

١- القدرة على رؤية المظهر الجغرافى بأبعاده الثلاثة أو فى وضعه الطبيعى.

٢- سهولة وصف كيف استطاع الإنسان أن يستغل البيئة الطبيعية.

٣- القدرة على ربط الظاهرات البشرية أو الحضارية فى البيئة بأساسها الطبيعى.

٤- تفهم وتقدير لماذا تمكن الإنسان من تطوير واستغلال منطقة بطريقة معينة.

وليس من السهل اكتساب المقدرة على تفهم الخريطة لأن مثل هذا يأتى عن طريق الممارسة والتفهم والتصور، ولذا فالنجاح فى قراءة الخرائط يمكن أن يقيم بما يأتى:-

أ - مقدرة الفرد على تحليل ووصف الخريطة.

ب - مقدرته على الشرح الصحيح للمعلومات البشرية والطبيعية للخريطة.

ج - مقدرته على رسم خريطة من وصف جغرافى أو صورة.

وإذا تمكن قارئ الخريطة من فهم وتفسير كل الظاهرات الطبيعية والبشرية بمواقعها فإنه لن يكون فى حاجة إلى أحد ليسأله، إنما إذا عجز عن فهم الخريطة أو جزء منها أو تتبع بعض تفصيلاتها فإنه حتما سوف يعتمد على فرد من أهل المنطقة ليساعده أو يرشده لكل ما يطلب بسرعة وبساطه. وعلى الجغرافى الذى يحمل الخريطة وينتقل بها من مكان لآخر أن يتذكر كل ما يحيط به خلال حركته فى الطبيعة، ويقارن بين ما يراه فى الطبيعة وما يراه على الخريطة التى هى دليله ومرشده خلال حركته، وطبعا يحتاج الأمر للربط والمقارنة بين هذا وذاك لمتابعة ما

---

(١) يسرى الجوهرى: الخرائط الجغرافية، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية ١٩٩٧، ص. ص ١٧ – ١٨.

خفى أو ما استجد. ويجب الإشارة هنا إلى سهولة ووضوح وبساطة لغـة الخريطـة، والجغرافى دائماً يكتب عنها ومنها، وباختصار إذا استطعت تفهم الخريطة وقراءة مـا بها، فإن ذلك لن يدعك غريباً فى أى منطقة تذهب إليها مادامت خريطتك بيدك تفـسر لك ما تراه غير مألوف لديك.

وقديما ذكر هول hall عام ١٦٠٥ (ليس هناك فى كل العالم المعـروف شـئ لا تستطيع الخرائط والكتب تعليمه للإنسان تعليماً كاملاً مثل ما تمنحه إياه عيناه).

وسبق أن أشرنا إلى أن ميل (H . R. Mill قد ذكر بأن لا يمكن إثباته على خريطة لا يمكن وصفه). وهذه نتيجة منطقية إذا سلمنا بأهمية دراسة الظاهرات الطبوغرافيـة فى ضوء الخريطة. فدراسة الطبوغرافيا هى دراسة للخريطة أساساً أو هـى دراسـة توصلنا إلى رسم مثل هذا النوع من الخرائط، ولقد أصبحت الخرائط مرشـداً هامـاً للكثير من فروع العلم.

إن الخريطة تمثل صورة مرسومة لجزء من الأرض وبعض المظـاهر الهامـة عليها، وتتمثل فى شكلها الأخير كما لو كانت هذه المنطقة بما عليها منظورة من الجو أى بمسقط رأسى لها فلو أننا استطعنا أن نلقى نظرة سريعة من الجو لما تحتنا مباشرة فإننا سنجد الكثير من الظاهرات الطبوغرافية البشرية والطبيعية، ولكنها فى مجموعها قد لا يهمنا منها إلا القليل الذى سوف يتوه فى زحمة الظاهرات العديدة.

وهكذا فإن الخريطة تتكون من رسم معين على ورقة موضح عليها الظـاهرات التى تهم من سيستخدمها فقط، أو التى تخدم موضوعاً بعينه يحتاج إلى تمثيل بعـض معلقاته من ظاهرات تمثيلاً كارتوجرافيا، وقد يقبل الجغرافى أن تغفل الخريطة مـا لا يهمه أو يعنيه أو ليس له دور فى دراسته أو أعماله. كما أن الجغرافى لا يقتصر عمله على مجرد قراءة الخريطة الطبوغرافية وإنما يتعدى ذلك إلى ضرورة إلمامه بما يمكن أن يضيفه إليها من الطبيعة.

الفصل التاسع

الخرائط الكنتورية

تعتبر الخرائط الكنتورية أهم الخرائط التى يستخدمها الجغرافى فى دراسته لسطح الأرض، وذلك لأنها تعد دليلاً وافياً يتضمن جميع مظاهر سطح الأرض بأشكالها المختلفة وخصائصها، وأنماط توزيعها. وتعد الخريطة الكنتورية جزء من الخريطة الطبوغرافية، غير أن وجودها ضمن الخريطة الطبوغرافية بما تحتويه من مظاهر تضاريسية وأخرى حضارية كالمدن والقرى والطرق بجميع أنواعها والترع والمصارف وغيرها يؤدى بلا شك إما إلى حجب جزء من المعلومات أو اللجوء إلى بعض التعميمات لكى يمكن للخريطة أن تحتوى هذا الكم الهائل من المعلومات بجميع أنواعها طبيعية كانت أو بشرية.

ولا تهدف الخرائط الكنتورية إلى توضيح المناطق على لوحه مسطحة بأى شكل ولكنها تهدف إلى توضيح التفاصيل مع عدم إهمال البعد الثالث Third Dimension وهو الارتفاع فى الخريطة.

طرق تمثيل تضاريس سطح الأرض:

هناك عدة طرق لتمثيل تضاريس سطح الأرض على الخريطة وهى:

(١) نقط المناسيب.

(٢) المنظور.

(٣) خطوط الهاشور.

(٤) خطوط الهيئة.

(٥) التظليل.

(٦) خطوط الكنتور.

وقد تستخدم طريقتان أو أكثر من هذه الطرق فى الخريطة الواحدة مثلاً قد تستخدم طريقتا الكنتور والتظليل أو طريقتا الكنتور والهاشور، وكثيراً ما تستخدم الألوان المتدرجة مع طريقة الكنتور لزيادة الإيضاح.

وفيما يلى دراسة لكل طريقة من هذه الطرق:-

(١) نقط المناسيب: Spot Lines

وهى عبارة عن نقط توضع على الخرائط وإلى جانبها يظهر رقم يبين مقدار ارتفاع هذه النقطة عن منسوب سطح البحر Mean Sea Level ويطلق على هذه النقاط أو العلامات أسم نقطة الروبير[١] حيث تقوم هيئات المساحة فى معظم دول العالم بسلسلة من الميزانيات تبدأ بمستوى المقارنة[٢] وتتجه لجميع الاتجاهات. إذن نقط المناسيب عبارة عن البعد الرأسى بين أية نقطة على سطح الأرض وبين مستوى ثابت للمقارنة وغالباً ما يكون هذا المستوى هو متوسط منسوب سطح البحر، ويعتبر مستوى سطح البحر هو مستوى المقارنة المستخدم فى جميع دول العالم. وعلى الرغم من أن نقط المناسيب لا تعطى الإحساس بتضاريس سطح الأرض، إلا أنها تحدد بدقة الارتفاعات والانخفاضات لأماكن محددة. وغالباً ما تكون خريطة نقط المناسيب مرحلة أولية لإعداد الخريطة الكنتورية[٣] راجع الشكل رقم (٧٥).

(٢) المنظور:

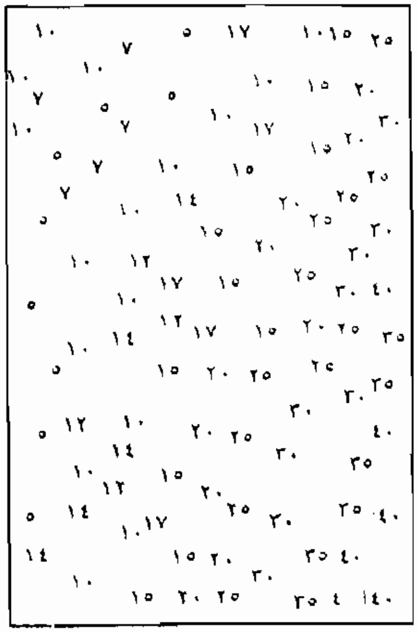
يقصد به توضيح المظهر التضاريسى بمسقط جانبى وفى نفس موقع الظاهرة ليدل بذلك على نمط وشكل هذه الظاهرة ولكن بصورة تقديرية. وتتطلب استخدام هذه الظاهرة عين فاحصة وقدرة على الرسم، ونقل منظر الظاهرة من الطبيعة ووصفها على الورق، أى أنها تحتاج إلى حس فنى أكثر منها دقة قياس.

---

(١) الروبير: هو علامة خاصة تضعها مصلحة المساحة فى جميع أجزاء الدولة وتدون عليها ارتفاع هذه العلامة أو النقطة عند مستوى سطح البحر للرجوع إليها عند الضرورة.

(٢) أى مستوى سطح البحر.

(٣) محمد رجائى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، مرجع سبق ذكره، ص ٢١.



عن: مجدى السرسى

شكل (٧٥) نقط المناسيب

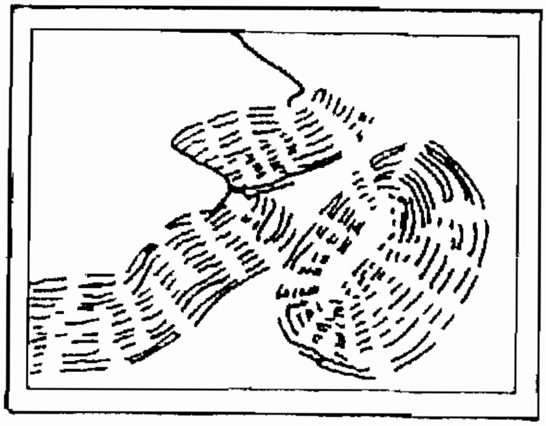
(٣) خطوط الهاشور: Haschures

هى خطوط قصيرة جداً ترسم فى اتجاهات انحدار سطح الأرض. ويراعى فى رسمها أنه كلما كان الانحدار شديدا يرسم عدد كبير من الهاشور حتى يعطى تزاحمها انطباع على شدة الانحدار. كما يمكن بدلاً من ذلك أن ترسم الخطوط بسمك أكبر فى المنحدرات الشديدة عنه بالنسبة للمنحدرات الطفيفة راجع الشكل رقم (٧٦).

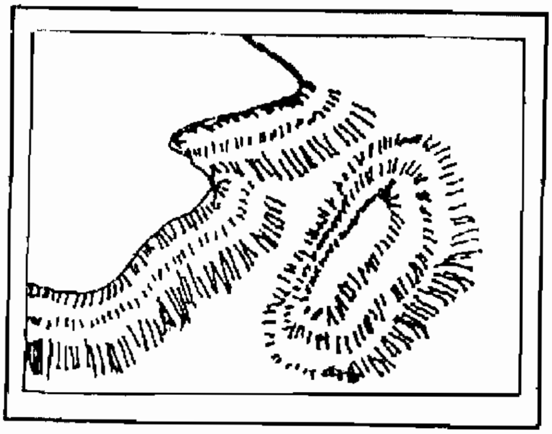
والواقع أن خريطة الهاشور تعد قليلة الأهمية نسبياً إذا قورنت بالخريطة الكنتورية. فبدون إضافة بعض نقط المناسيب التى تبين مناسيب سطح الأرض إلى خريطة الهاشور فإنه لا يمكن تحديد ارتفاع أو انخفاض سطح الأرض. إلا أن التهشير يستعمل عادة كطريقة إضافية فى الخرائط الكنتورية. وهنا تعتبر هذه الطريقة ذات فائدة فى توضيح المنحدرات الشديدة جدا والجروف، كما انه يمكن بواسطتها توضيح التلال الصغيرة التى لا يسهل تمثيلها بخطوط الكنتور لعدم مناسبة مقياس رسم الخريطة[١].

---

(١) طه محمد جاد: تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيمو رفلوجى، الطبعة الثانية مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٤، ص ٦ – ٧.



شكل (٧٦) أ



شكل (٧٦) ب

شكل (٧٦) خطوط الهاشور

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة الهاشور أو خطوط التهشير قد تم ابتكارها بواسطة ليمان Lehman (١٧٦٥ - ١٨١١). وتعتمد فكرة ليمان فى خطوط الكنتور على الظل فى تمثيل أشكال السطح، ويعتمد ذلك على بعض العمليات الرياضية وتفترض هذه الطريقة سقوط الضوء على سطح متضرس من أعلى فتبدو المناطق المنبسطة بيضاء ساطعة، أما المناطق المنحدرة فتبدو داكنة، وكلما اشتد الانحدار اشتدت دكانة أو قتامة اللون، ويكون الاعتماد فى تغير درجة الدكانة فى اللون على سمك خطوط التهشير، فكلما أزداد سمك تلك الخطوط وتقاربت من بعضا دل ذلك على زيادة فى الانحدار والعكس صحيح، وقد وضع (ليمان) جدول يوضح فيه العلاقة بين سمك خطوط الكنتور ودرجة الانحدار.

وبوجه عام يراعى عند رسم خطوط الهاشور أن يزداد سمكها فى المناطق شديدة الانحدار، فى حين يتناقص سمكها فى المناطق قليلة الانحدار، كما يزداد طول الخطوط كما كان الانحدار طفيفا، وتدل الخطوط القصيرة على شدة الانحدار.

ولم تلق طريقة الهاشور أو خطوط التهشير النجاح الكافى أو المطلوب، ولجأ الكارتوجرافيين إلى استخدام طريقة خطوط الكنتور لما لها من فوائد أكثر فى شرح وتفسير الكثير من الظاهرات التضاريسية.

(٤) خطوط الهيئة: Form Lines

تستخدم هذه الخطوط فى تمثيل المرتفعات كبديل لخطوط الكنتور، وهى تشبهها فى كونها غير دقيقة تماما، كما إنها فى بعض الأحيان ترسم بين خطوط الكنتور. وهى ترسم فى العادة على هيئة خطوط منفصلة أو مقطعة لتميزها عن خطوط الكنتور كما تستخدم فى المناطق التى يتم مسحها بالكامل. وهذه الخطوط عبارة عن خطوط أفقية ترسم حول المنطقة المرتفعة وتتقارب أو تتباعد حسب درجة الانحدار. وبمعنى أدق فهى تتقارب وتقصر ويزداد سمكها فى الانحدارات الشديدة، بينما تتباعد ويقل سمكها ويزداد طولها فى الانحدارات البطيئة أو التدريجية.

وتعتبر هذه الطريقة طريقة تصويرية ولها نفس عيوب الهاشور.

(٥) التظليل: Hill Shading

تهدف طريقة الظلال لبيان المرتفعات عن طريق استخدام الضوء والظل ففى هذه الطريقة يظهر التأثير عن طريق تصور مصدر الضوء فوق المرتفعات ومن ثم فالمنحدرات الشديدة تظلل فقط، بينما الأرض المستوية سواء كانت ذات ارتفاعات كبيرة أو منخفضة تترك بدون تظليل، ومن ثم فكلما كان الانحدار شديدا كلما كان التظليل كثيفاً. والتظليل له تأثير تصورى ويعطى فكرة جيدة عن التضاريس العامة للمنطقة.

وتختلف طريقة التظليل عن طريقة ظل التل إذ يتصور فى هذه الطريقة أن مصدر الضوء يأتى من الشمال الغربى، ومن ثم فالمنحدرات التى تواجه الشمال الغربى هى التى تترك بدون تظليل، وذلك على النقيض من تلك التى تواجه الجنوب الشرقى. وتزداد كثافة التظليل حينما تكون المرتفعات شديدة الانحدار.

وهكذا فالأساس فى خريطة التظليل هو افتراض وجود مصدر ضوء عمودى على المنطقة المضرسة، ومن ثم تظهر المرتفعات مظللة، بينما تظهر القمم المسطحة، وكذلك الهضاب المستوية بيضاء وغير مظللة، وقد يفترض استخدام هذه الطريقة أيضاً أن مصدر الضوء ليس عمودياً، وإنما هو فى جانب من المرتفعات، ومن ثم تبدو المرتفعات مظللة من الناحية المضادة وبيضاء من ناحية المصدر[١] ويوضح الشكل رقم (٧٧) طريقة التظليل مع خطوط الكنتور.

(٦) خطوط الكنتور: Contour Lines

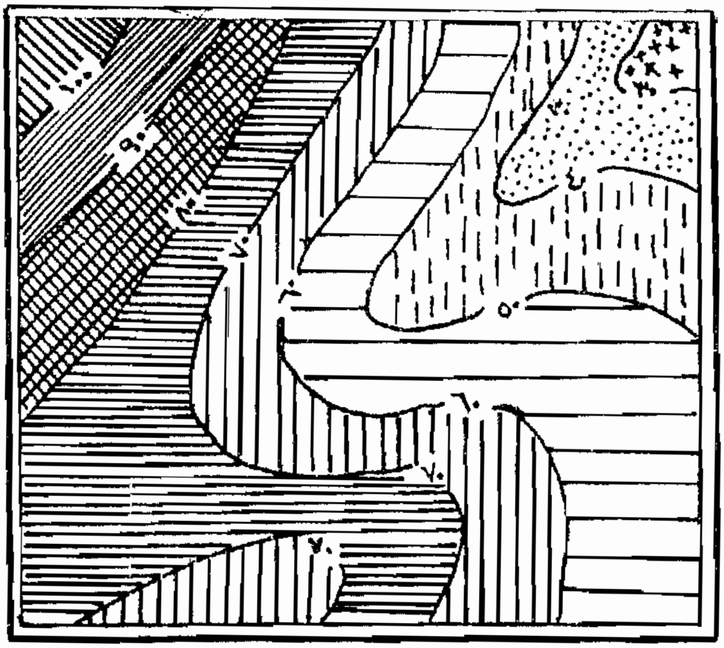
تعتبر خطوط الكنتور أكثر الطرق استخداماً لتمثيل سطح الأرض، ومعناها خطوط الارتفاعات المتساوية أى أنها عبارة عن خطوط تربط الأماكن المتساوية فى ارتفاعها عن منسوب سطح البحر. وقد تبدو خطوط الكنتور في الخرائط على أنها تفصل الأراضى المرتفعة عن الأراضى التى تقع أسفلها.

وأول من استخدم خطوط الكنتور هو المهندس الهولندى كروكيوس Cruquius عام ١٧٣٠ عندما قام بدراسة أعماق نهر ميرفدى Merwede فى هولندا لتسهيل حركة الملاحة به، كذلك قام بوش Buache بتحديد أعماق القنال الإنجليزى بنفس الأسلوب وذلك عام ١٧٣٧[٢].

وكان أول استخدام لخطوط الكنتور فى الخرائط البحرية، بينما كانت أول خريطة كنتورية لليابس فى فرنسا وقد قام بإنشائها دوبى تريال Dupain – Triel وذلك عام ١٧٩١. وفى القرن التاسع عشر اتسع نطاق استخدام خطوط الكنتور فى الخرائط العسكرية، كما استخدم معها الهاشور لتخفيف الغموض الذى كان يكتنف تلك الخرائط. وبعد ذلك بدأت المحاولات لإضافة الألوان إلى خطوط الكنتور، وقد أدى نجاح هذه المحاولات إلى تحديد اللون البنى لخطوط الكنتور على اليابس، واللون الأزرق لهذه الخطوط على سطح البحر، واللون الأسود للرموز والاصطلاحات.

(١) يسرى الجوهرى، مرجع سبق ذكره، ص. ص ٢٢٦ – ٢٤٠.

(٢) صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٠٤.



شكل (٧٧) طريقة التظليل مع خطوط الكنتور

وتجدر الإشارة إلى أن أغلب الخرائط الكنتورية لا تخلو من بعض نقاط المناسيب وبعض الهاشورات زيادة فى تمثيل التضاريس تمثيلاً دقيقاً. ولكن المظهر العام للخريطة مع ذلك يبقى كخريطة كنتورية فى المقام الأول. ولا شك أن خطوط الكنتور هى أحسن الطرق فى تمثيل التضاريس. ويعرف المختصون ذلك جيداً لدرجة أن التصوير الجوى لم يغن عن استعمال الخرائط الكنتورية. فنجد أن الهيئات المختصة بعدما تحصل على صور جوية لمنطقة ما عادة ما تقوم باستخراج خرائط كنتورية من هذه الصور إذا لم تكن هناك خرائط دقيقة قبل التصوير الجوى. بل إن التصوير الجوى قد تم بغرض عمل خرائط كنتورية بصفة رئيسية أحياناً.

ويوضح الشكل رقم (٧٨) ماهية خطوط الكنتور وكيفية رسمها.

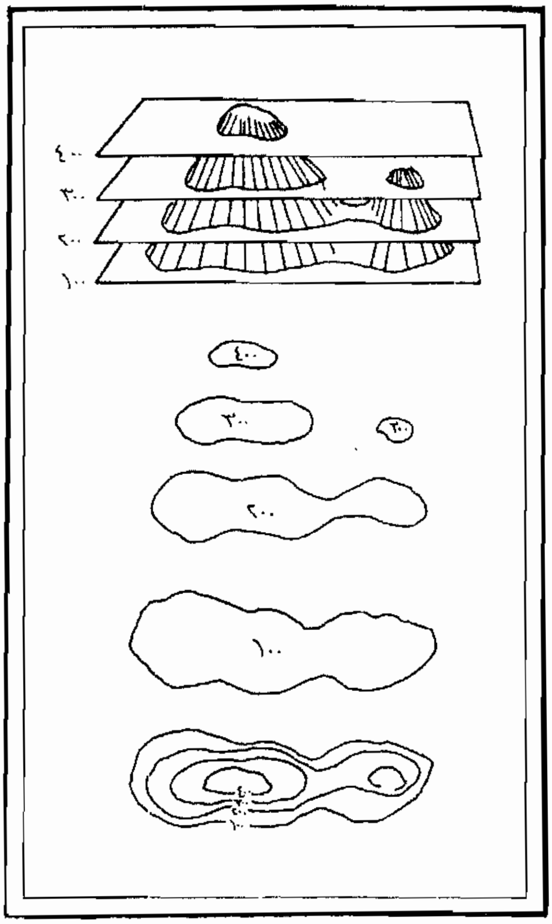
الفاصل الكنتورى : Contour Interval

تعرف المسافة الرأسية بين كل خط كنتور والذى يليه بالفاصل الكنتورى أو الفاصل الرأسى، وهو غالباً ما يكون ثابتاً فى الخريطة الواحدة، ويعتمد الفاصل

الكنتورى على طبيعة سطح الأرض، فضلاً عن مقياس الرسم والتفاصيل المطلوبة والغرض من استعمالها.

فإذا كان مقدار التضرس المحلى أى مقدار التفاوت بين المناسيب ضئيلاً ويبدو ذلك واضحاً فى الأراضى السهلية أو قليلة التضرس فينبغى أن يكون الفاصل الكنتورى صغيراً بقدر مناسب. وعلى العكس من ذلك كلما كان التفاوت التضاريسى كبيراً بين جزء وآخر فى المنطقة، فإن ذلك يعنى ضرورة توسيع الفاصل الكنتورى، ولكن بدرجة تسمح بتمثيل التضاريس الموجودة.

خواص خطوط الكنتور



شكل (٧٨) ماهية خطوط الكنتور وكيفية رسمها

تتميز خطوط الكنتور بالخصائص التالية:-

(١) أن خطوط الكنتور توضح الشكل العام للتضاريس التى تمثلها الخريطة توضيحاً سريعاً، فإذا ما نظرنا إلى الخريطة الكنتورية يمكن فى بضع لحظات أن نتبين الأجزاء المرتفعة والأراضى المنخفضة كما يمكن توضيح السهول والمنحدرات.

(٢) أن خطط الكنتور ليس له بداية أو نهاية، فهو خط مغلق.

(٣) لا تتقاطع خطوط الكنتور ذات المناسيب المختلفة إطلاقاً، ولكن من الممكن أن تتحد مكونة خطا واحدا فى حالة الجرف Cliff، أو تتقابل فى حالة وجود مغارة.

(٤) يدل تقارب خطوط الكنتور على شدة انحدار سطح الأرض، ويدل تباعدها على قلة الانحدار.

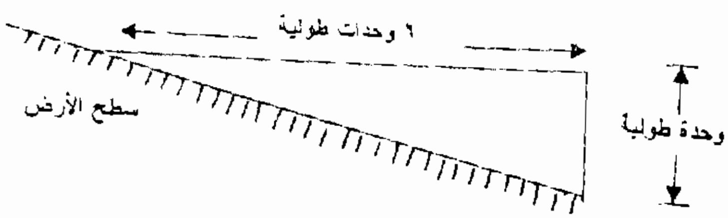
(٥) خط الكنتور الواحد لا يتفرع إلى خطين لهما نفس المستوى، وكذلك لا يمكن أن يتلاقى خطا كنتور لهما نفس المنسوب.

(٦) تتراجع خطوط الكنتور نحو منابع المجارى المائية، وتتقدم نحو المصبات فى حالة وجود نتوءات صخرية.

(٧) الهدف من رسم خطوط الكنتور هو شرح وتفسير الأشكال التضاريسية التى تبدو على الخريطة.

الانحدار: Slope

ويعبر عن انحدار سطح الأرض بنسبة رياضية بسيطة مثل ١ : ٦ ويعنى هذا أن سطح الأرض ينخفض بمقدار وحدة طولية على مسافة أفقية تساوى ست وحدات طوليا.



شكل (٧٩) درجة الإنحدار

ولقياس انحدار سطح الأرض بين نقطتين تطبق المعادلة الآتية[١]:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{المسافة الراسية بين النقطتين}}{\text{المسافة الأفقية بين النقطتين}}$$

ويمكن الحصول على المسافة الرأسية والأفقية بين النقطتين من الخريطة الكنتورية، مع ملاحظة توحيد الوحدات الطولية فى القياس.

كما يمكن أيجاد معدل الإنحدار بالمعادلة الآتية[٢]:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفصل الرأسى}}{\text{المسافة الأفقية} \times \text{مقياس الرسم}}$$

حيث أن:

الفاصل الرأسى: الفرق بين قيمة ارتفاع النقطة الأولى والنقطة الثانية المراد معرفة معدل الانحدار بينهما.

المسافة الأفقية: المسافة مقاسة بالمسطرة بين نفس النقطتين مضروبة فى مقياس رسم الخريطة.

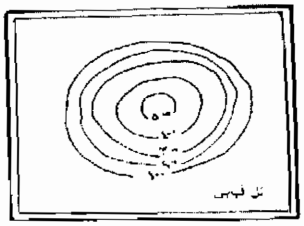
الأشكال التضاريسية الرئيسية فى الخريطة الكنتورية:

خطوط الكنتور كما سبق أن أشرنا - عبارة عن خطوط وهمية تصل بين النقط المتساوية المنسوب على سطح الأرض، ولذلك فهناك علاقة مباشرة بين نمط خطوط الكنتور وشكل سطح الأرض، وفيما يلى أهم الأشكال التضاريسية التى يمكن توضيحها على الخرائط اعتمادا على خطوط الكنتور شكل (٧٧).

(١) رجاء الطحلاوى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٣.

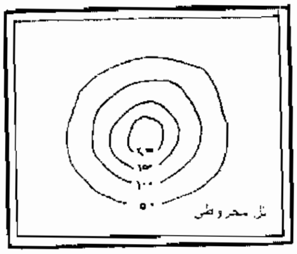
(٢) محمد صبرى محسوب، أحمد الشريعى، مرجع سبق ذكره، ص ٤١.

(١) التـــل القبابـــى: Dormal Hill



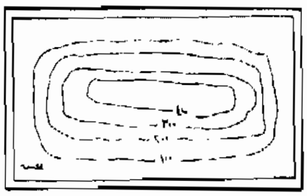
ويتميز بجوانب محددة شديدة الإنحدار فى الجـــزء الأسفل وتنتهى إلى أعلى بانحدار خفيف وفيه نجـــد أن خطوط الكنتور تتقارب عند السطح وتتباعد عند القمة.

(٢) التل المخروطى Conical Hall



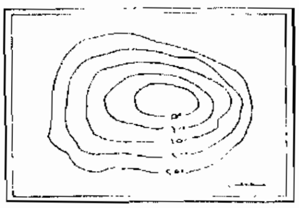
ويتميز بجوانب مقعرة طفيفة الانحدار فى الجـــزء الأسفل تنتهى إلى اعلى بانحدار اكثر شدة، وتسمى المنطقة المنخفضة الواقعة بين تلين بأســـم الـــسرج Saddle وفى التل المخروطـــى نجـــد أن خطـــوط الكنتور تقترب عند القمة وتتباعد عند السفح.

(٣) الهضبة:



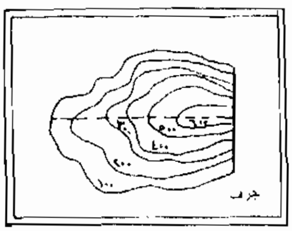
هى منطقة مرتفع نسبيا كما تتميز باستواء سطحها وشدة انحدارها من الجابين وتتميز بقلـــة خطـــوط الكنتور بها فى الوقت الـــذى تتقـــارب فيـــه هـــذه الخطوط عند جوانبها التى تبدأ فى الانخفاض.

(٤) الانخفاض الحوضى:



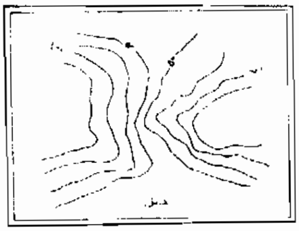
الحوض هو عبارة عن منطقـــة منخفـــضة عمـــا يجاورها ويحيط بها المرتفعات من جميع الجهات. وفيها نجد خطوط الكنتور تتناقص نحو الداخل.

(٥) الجرف: Escarpment, Cliff



وهو منطقة ينحنى عندها ســـطح الأرض فجـــأت بزاوية تكاد تكون قائمة، وتمتد خطوط الكنتـــور أو تكون شديدة القرب عند حافة الجرف الساحلى.

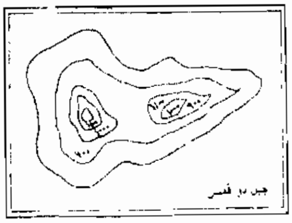
(٦) الخانق (Canyon (George



وهو عبارة عن واد ضيق له جوانب شديدة الانحدار ويظهر فى شكل فجوة عميقة بين مرتفعين قائمين تقريبًا.

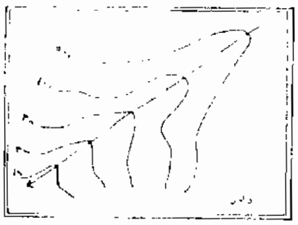
ويظهر فى الخريطة الكنتورية على هيئة خطوط كنتورية شديدة التقارب.

(٧) جبل ذو قمتين:



وهو عبارة عن جبل له قمتان وتفصل كل منهما عن الأخرى رقبة Col وهو انخفاض بين قمتى الجبل والرقبة تكون دائمة فى مستوى أقل من القمم التى تحيط بها ولكنها تكون أعلى من السهول أو الوديان المجاورة لها.

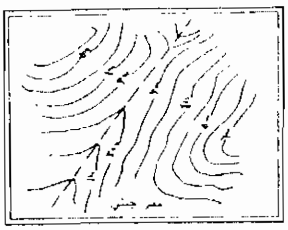
(٨) وادى:



وتظهر وديان الأنهار على شكل خطوط كنتورية تأخذ شكل الرقم مشيرة دائماً نحو المنبع.

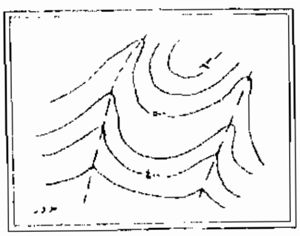
أما الوديان الجليدية فتأخذ شكل الحرف (U).

(٩) الممر الجبلى: Pass



وهو عبارة عن منخفض من الأرض يقع بين منطقتين مرتفعتين وليس بين قمتين ولهذا فإن الممر الجبلى يظهر فى الخريطة الكنتورية عادة على هيئة خطى كنتور على منسوب واحد.

(١٠) البروز: Spur



وهو لسان من الأرض المرتفعة بين واديين، وهو عبارة عن ظاهرة صغيرة متولدة عن ظاهرة أخرى رئيسية وهى التل أو الجبل ويظهر هذا البروز فى

الخرائط الكنتورية على شكل لسان من الأرض المرتفعة تندفع خطوطها الكنتورية داخل الأراضى الأقل ارتفاعا. وتأخذ خطوط الكنتور شكل الرقم (٧) مشيراً إلى الأقل منسوبا.

(١٢) خط تقسيم المياه Watershed :



هو عبارة عن الأرض المرتفعة المنسوب التى تفصل بين حوضين نهريين متجاورين أو أعلى جزء فى سطح الأرض حيث تتوزع المياه المتساقطة وتسير فى اتجاهين مختلفين. وهو يحدد أعلى منسوب فى المنطقة التى تخترقها الوديان.

أنواع خطوط الكنتور:

يهدف تقسيم خطوط الكنتور لمجموعة من الأنواع إلى اكتشاف طبيعة العلاقات التى تربط بين الظاهرات الطبيعية والبشرية، كما يهدف أيضًا إلى إبراز بعض أشكال السطح بشكل مميز لتسهيل دراستها وتحليلها، وعلى هذا الأساس تقسم خطوط الكنتور إلى ما يلى:-

(١) خطوط الكنتور العادية أو المتوسطة Intermediate Contours:

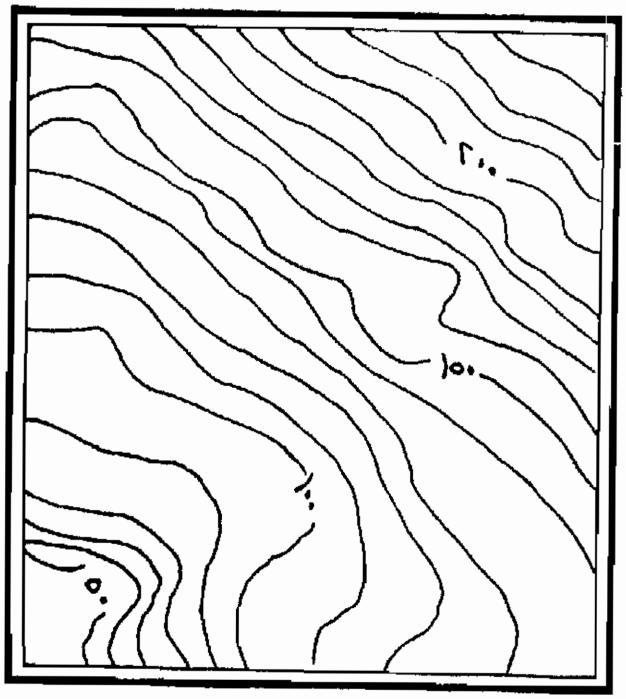
وهى تلك الخطوط التى ترسم على الخريطة الكنتورية دون تمييز أو أهمية لإحداها أو لبعضها، ولذا يكون الفاصل بينها واحد ويكون سمكها ثابت وهى تترك لقارئ الخريطة الحرية فى استخلاص الحقائق الجغرافية أو الجيمورفولوجية دون شد انتباهه إلى ظاهرة دون غيرها ويجوز حذف بعض خطوط الكنتور العادية لتخفيف التزاحم الشديد الذى قد يؤدى إلى طمس معالم الخريطة ومن ثم صعوبة قراءتها وتفسيرها.

(٢) خطوط الكنتور المتميزة Significant Contour:

تظهر هذه الخطوط على الخرائط بسمك أكبر من باقى خطوط الخريطة، وقد يظهر على الخريطة أكثر من خط كنتور متميز، وهى ترسم لكى تحدد وبدقة ظاهرات جغرافية معينة على الخرائط، كما أنها ترسم بفاصل كنتورى موحد على

الخريطة الواحدة، ويرتبط وجود هذا الخط بالخريطة الكنتورية على نمط توزيع ظاهرة جغرافية متميزة فريدة قد تحددها دراسة جغرافية معينة، فعلى سبيل المثال يعتبر خط كنتور ١٢٠ هو الخط الفاصل بين الصحراء ومناطق شرق الدلتا، فلذا يمكن تمثيله بخط سميك باعتباره خطا متميزاً يفصل بين أراضى صحراوية فى الجنوب وأراضى وصلها طمى النيل فى يوم من الأيام ويعمرها السكان بكثافات متباينة منها الأراضى الزراعية ومنها الأراضى الحضرية[1].

وتوضح الخريطة رقم (٨٠) خطوط الكنتور المتميزة.



شكل (٨٠) خطوط الكنتور المتميزة

(٣) خطوط الكنتور الرئيسية Index Contour:

يشبه هذا النوع إلى حد كبير النوع السابق من حيث ضرورة رسمه بشكل مميز، ولذلك ترسم خطوط الكنتور الرئيسية بسمك أكبر من سمك باقى الخطوط، غير أن الخريطة الكنتورية قد لا تحتوى إلا على خط كنتور متميز واحد.

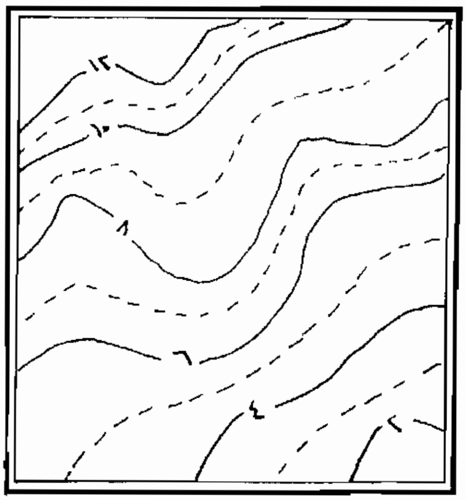
(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره، ص ٨٩.

أما خطوط الكنتور الرئيسية فإنها تنفذ عن طريق رسم خطوط محـــددة بفاصـــل كنتورى أكبر من الفاصل العادى فى الخريطة، فعندما تتزاحم خطوط الكنتور فى منطقة شديدة التضرس فلابد من تعيين عدد من خطوطهـــا الكنتوريـــة وتميزهـــا برسمها بسمك أكبر لتسهيل الدراسة والتحليل، وعادة ما ترسم خطـــوط الكنتـــور الرئيسية فى المناطق الوعرة التى تتزاحم فيها خطوط الكنتور بحيث تصعب كتابة مناسيبها عليها، ولذلك يلجأ الكارتوجرافيون إلى اختيار خطوط معينـــة وتميزهـــا وكتابة المناسيب عليها لتكون مرشدا لباقى الخطوط[1].

(٤) خطوط الكنتور الإضافية Supplementary Contours:

قد تكون نقط المناسيب المرصودة من الطبيعة غير كافية لرسم الخريطة الكنتورية الدقيقة، فيضطر مصمم الخريطة هنا إلى إضافة رسم خطوط كنتور أخرى، وتبدو هذه الخطوط على بعض الخرائط بشكل متقطع تمييزاً لها عن خطـــوط الكنتـــور العادية أو المتوسطة.

وتفيد هذه الخطوط فى معرفة درجة الانحدار فى منطقة صـــغيرة يـــراد معرفـــة تفاصيل كثيرة عنها، وقد ترسم فى بعض أجزاء الخريطة دون غيرها من الأجزاء الأخرى. أنظر الشكل رقم (٨١).



شكل (٨١) خطوط الكنتور الإضافية

(١) مجدى السرسى، مرجع سبق ذكره، ص ١٤٠.

(٦) خطوط الكنتور المبسطة أو المعممة Generalized Contours:

قد يصعب أحياناً تفسير الخريطة الكنتورية أو شرح بعض ظاهراتها بسبب كثـرة خطوط الكنتور وتزاحمها بها، وهنا يتطلب الأمر – تسهيلاً على قارئ الخريطـة أو الدارس – تخفيف تزاحم الخطوط الذى يؤدى إلى تشويه الخريطة، ومـن ثـم يمكن حذف بعض خطوط الكنتور غير المؤثرة، ويكون هذا العمل بمثابة تبـسيط للخريطة الكنتورية.

القطاعات التضاريسية:

يقصد بالقطاع التضاريسى Profile أو Section ذلك الخط البيانى الذى يمثل سطح الأرض، أو أنه يمثل الشكل العام لسطح الأرض بمناسيبه المختلفة على طول خط مـا مستقيم وفى وضع أفقى أو رأسى أو مائل. ويوضح القطـاع تعـرج سـطح الأرض ومنسوبه بالنسبة لسطح البحر.

أنواع القطاعات التضاريسية:

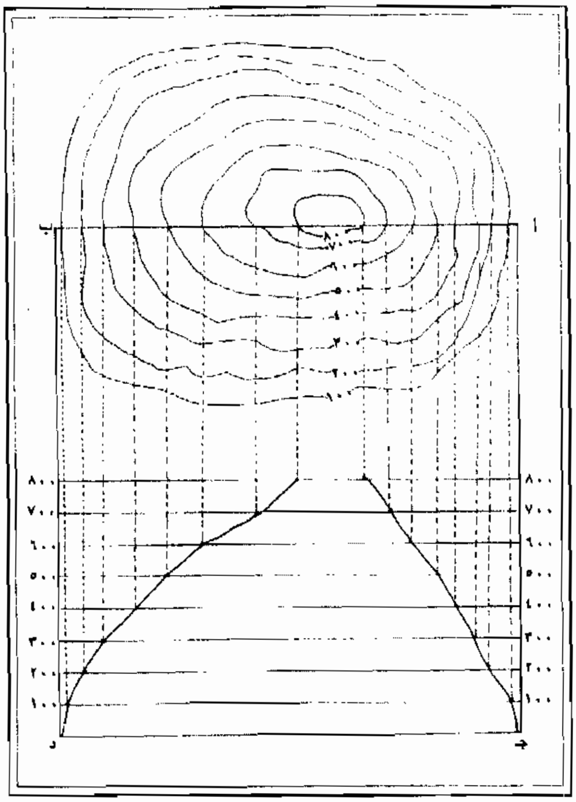
تتعدد أنواع القطاعات التضاريسية فمنها القطاع البسيط الذى يصل بين نقطتـين فى شكل خط مستقيم أو فى شكل منحنى، ومنها القطاع المنكسر وهـو يتكـون مـن مجموعة من القطاعات البسيطة المستقيمة، يبدأ كل منها من حيث ينتهى سابقه فهـى إذن قطاعات متصلة وقد تكون مفتوحة أو مغلقة أى تنتهى عند نقطة البداية، بالإضافة إلى القطاعات البيانية التى يمثلها القطاع الهيبسومترى والذى يعرف أيضًا بالقطاع أو المنحنى الهيبسوجرافى، بالإضافة إلى القطاع الكلينـوجرافى والقطـاع أو المنحنـى الألتيمترى.

وفيما يلى دراسة لأنواع القطاعات التضاريسية:

١ – القطاع التضاريسى البسيط:

يمكن عمل هذا النوع من القطاعات باستخدام طريقتين هما:

الطريقة الأولى: من الشكل رقم (٨٢) المطلوب عمل قطاع تضاريسى بين النقطة أ والنقطة ب حيث نتبع الخطوات التالية:



شكل (٨٢) مراحل عمل القطاع التضاريسى

- نرسم خطا على الخريطة الكنتورية نفسها على طول المنطقة المراد عمل القطاع عليها أى على طول أ ب.
- نأتى بالورقة المطلوب رسم القطاع عليها ونرسم بها خطا أفقيا موازيا لخط القطاع المرسوم على الخريطة الكنتورية ليكون قاعدة للقطاع المطلوب رسمه.
- نسقط على قاعدة القطاع أعمدة من النقط يلتقى عندها الخط أ ب بالخطوط الكنتورية ثم ندون تحت كل عمود تباعا رقم خط الكنتور الذى أسقطته.
- فى نهاية قاعدة القطاع نرسم محوراً رأسياً يحدد طوله ارتفاع أجزاء القطاع فيكون لدينا محورين محوراً أفقيا وهو خط القطاع ومحوراً راسياً تحدد على طوله الارتفاعات.
- نصل النقط التى تحددت على طول الأعمدة ببعضها بخط منحنى فيتكون لدينا القطاع المطلوب رسمه.

الطريقة الثانية: تتمثل خطوات تنفيذها فيما يلى:

- نرسم خطا موازيا لخط القطاع ومساويا له فى الطول فى ورقة الرسم وذلك على بعد مناسب من خط القطاع، ويعرف هذا الخط بأسم خط القاعدة وليكن ج د.
- نسقط خطين رأسيين من طرفى خط القطاع أ ب إلى النقطتين ج ، د.
- نسقط فى اتجاه خط القاعدة أعمدة تبدأ من نقط التقاء خطوط الكنتور بخط القطاع وذلك بعدد خطوط الكنتور، مع مراعاة أن يكون خط القاعدة دائماً هو أكثر الخطوط الكنتورية انخفاضاً.
- نحدد النقاط التى يقطع فيها خط القطاع خطوط الكنتور فى الخريطة.
- نسقط من كل نقطة من النقاط السابق تحديدها خطا موازيا للخط أ ج أو ب د يصل إلى أى من الخطوط الأفقية حسب ارتفاع المنطقة التى أسقط منها الخط.
- نصل نهايات هذه الخطوط فينتج لدينا شكل القطاع المطلوب والذى يسمى أحيانا بأسم خط البروفيل.

وتجدر الإشارة أنه ينبغى كتابة أسماء الظاهرات الجيمورفولوجية الهامة على خط القطاع كالأنهار أو البحيرات. كما أنه غالبا ما تفوق الامتدادات الأفقية بكثير المناسيب الرأسية خاصة فى الخرائط صغيرة المقياس، ولذلك يضطر الكارتوجرافى إلى رسم المقياس الرأسى مبكرا بالنسبة للمقياس الأفقى ويطلق على هذا التكبير بتعبير المبالغة الرأسية.

وهذا يعنى أن تظهر التضاريس الأرضية على طول خط القطاع مبالغ فى ارتفاعاتها بالنسبة لامتدادها الأفقى.

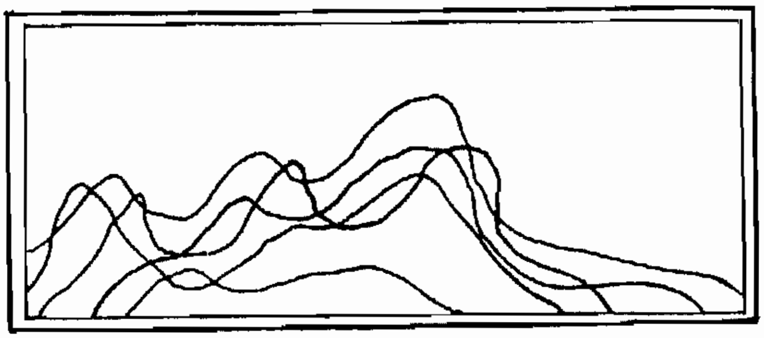
ولتحديد المبالغة الرأسية نطبق المعادلة الآتية:

$$\textbf{المبالغة الرأسية} = \frac{\textbf{الفاصل الرأسى}}{\textbf{مقياس رسم الخريطة}}$$

٢ – القطاعات التضاريسية المتداخلة : Superimposed Profiles

القطاعات المتداخلة عبارة عن مجموعة من القطاعات التضاريسية منطبقة فوق بعضها مع توحيد خط القاعدة لها جميعا.

وتفيد هذه القطاعات فى إجراء المقارنات بين القطاعات، بالإضافة بأنها توضح وبسهولة الظاهرات الجيمورفولوجية المتكررة فى المنطقة المعنية بالدراسة، وبالطبع فإنها تفيد أيضا فى إعطاء صورة دقيقة عن الظاهرات المتفردة. ويوضح الشكل (٨٣) مثالا لمجموعة قطاعات متداخلة رسمت من خريطة كنتورية واحدة.



شكل (٨٣) القطاعات المتداخلة

يلاحظ فى هذا النوع من القطاعات أن الأجزاء الموضحة من القطاع الأول لاتخفى الأجزاء المنخفضة للقطاعات التى تليه، ومن ثم فالقطاعات المتداخلة تعطى تصورا دقيقا لكل أجزاء سطح الأرض كما هى موضحة بالخريطة الكنتورية.

٣ – القطاع التضاريسى المركب: Composite Profiles

تهدف هذه القطاعات المركبة إلى إعطاء صورة لسطح الأرض كما لو نظرنا إليه من نقطة بعيدة، إذ لا تظهر هذه القطاعات سوى القمم الواضحة فقط.

وتتلخص تنفيذ القطاعات المركبة فيما يلى:

- نقسم الخريطة الكنتورية بواسطة مجموعة من الخطوط المتوازية، ونقيم قطاعات تضاريسية على هذه الخطوط.

- نطبق القطاعات فوق بعضها (على خط قاعدة واحدة) مثلما فعلنا فى القطاعات المتداخلة.
- ترسم قمم هذه القطاعات فقط فتحصل على القطاع المركب.

٤ - القطاعات التضاريسية المنحنية:

يستخدم هذا النوع من القطاعات لتحديد انحدارات الطرق والمجارى المائية وامتداد الحدود السياسية وجميعها تتخذ شكل الخطوط المنعطفة على الخريطة. ولكى نرسم قطاعا طوليا لأحد الأنهار فإنه من الضرورى تتبع مجراه من المنبع للمصب، ويتم ذلك على النحو التالى:

- نرسم خط قاعدة بطول مناسب (لا يتم تحديد طول هذا الخط فى البداية لأن طول القطاع غير معلوم الآن، وإنما يتم التعرف على طوله عند الانتهاء من رسم القطاع).
- نقيم عمودا على أحد طرفى الخط ونقسمه إلى ارتفاعات حسب ما توضحه الخريطة الكنتورية على أن نضع فى اعتبارنا وجود مبالغة رأسية مناسبة.
- نستخدم المقسم Divider بفتحة صغيرة (٣ ملم) من بداية المجرى لقياس طول المجرى المائى بين كل خطى كنتور متتاليين.
- نقوم بتوقيع المسافة التى قيست (حاصل ضرب فتحة المقسم × عدد مرات نقله) أمام ارتفاع مسجل على المحور الرأسى. فإذا كانت المسافة بين خطى كنتور ٨ نقلات بالمقسم أى أنها تبلغ ٨ × ٣ ملم = ٢٤ ملم فإننا سنقوم برسم خط بهذا الطول أمام الارتفاع المناسب على المحور الرأسى، ونسجل المسافة التالية، أى المسافة بين خطى الكنتور التاليين بنفس الطريقة على أن ترسم بنفس الطريقة من نهاية المسافة السابقة فإذا كانت المسافة الجديدة تبلغ ٧ نقلات للمقسم × ٣ = ٢١ ملم فان إجمالى الخط الذى تم رسمه = ٢٤ + ٢١ = ٤٥ ملم، وهكذا إلى نهاية خط القطاع أو المجرى.

أما القطاعات العرضية فهى تفيد فى التعرف على المرحلة التطورية للأودية النهرية، كما تعطى فكرة عامة عن العمليات الجيمورفولوجية المؤثرة فى شكل القطاع كمعدلات النحت والإرساب والعمليات البنيوية المختلفة.

ولا تختلف طريقة رسم هذه القطاعات عن طريقة رسم القطاعات المتداخلة (المتسلسلة) من حيث أن الخطوط التى ترسم على طولها القطاعات العرضية للأودية النهرية تكون قاطعة أى عمودية على اتجاهات هذه الأودية.

ولرسم هذا النوع من القطاعات نتبع الخطوات التالية(١):

- نحدد مواقع القطاعات العرضية على الخريطة.
- يتم نقل تقاطع خطوط الكنتور على المجرى المائى.
- يحدد على القطاع الطولى لمجرى النهر نقط تقاطعه مع القطاعات العرضية.
- إحضار شريط من الورق يوضع فوق خط القطاع العرضى وتنقل عليه نقط التقاطع مع خطوط الكنتور، وأيضا نقط تقاطعه مع المجرى المائى.
- لابد أن تكون حافة شريط الورق موازية تماما للمحور الأفقى للقطاع الطولى.
- يراعى أن تصمم القطاعات العرضية فى أحباس مختلفة على طول المجرى المائى (الأعلى، الأوسط، الأدنى) وذلك بغرض التعرف على الظواهر الجيمورفولوجية على طول المجرى المائى.

٥ - القطاعات (المنحنيات) البيانية:

المنحنى البيانى هو عبارة عن خط يرسم بغرض توضيح العلاقة بين ظاهرتين متغيرتين، ولذلك فمن الممكن بواسطته معرفة مدى تغير إحدى الظاهرتين تبعا للأخرى.

وأهم هذه المنحنيات هى:

١ - المنحنى الهبسومترى أو الهبسوجرافى :

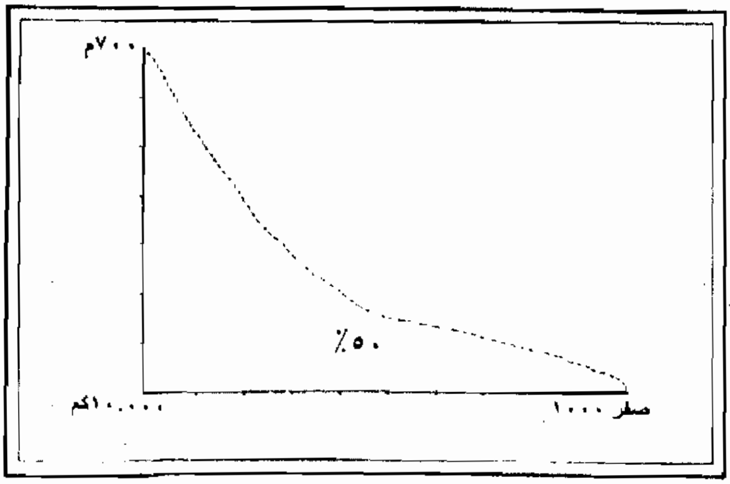
Hyposmetric or Hypsographic Curve

ويوضح هذا المنحنى العلاقة بين الارتفاع والمساحة، فيعطى بذلك صورة واضحة عن نسبة ما يمثله كل ارتفاع من مساحة المنطقة محل الدراسة، لذا فهو يوضح التغير فى السطح وشكل الانحدار، ويستخدم هذا المنحنى لدراسة خصائص أحواض التصريف النهرية وتسهيل عقد المقارنات بينها.

(١) محمد صبرى محسوب، أحمد الشريعى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٣٤ - ٢٣٥.

ولعمل هذا النوع من القطاعات نتبع الخطوات التالية:

- تقاس مساحة كل من: النطاقات الكنتورية -المساحة بين كل خطى كنتور متتاليين- قياسا دقيقا باستخدام أجهزة قياس المساحات على الخرائط.
- نرسم محورين للقطاع بحيث يمثل المحور الأفقى المساحات، أما المحور الرأسى فيتمثل عليه الارتفاعات، كما يتضح من الشكل رقم (٨٤) ويجب ألا يتجاوز طول المحور الأفقى ثلاثة أمثال طول المحور الرأسى حتى يعطى القطاع الانطباع البصرى المرجو منه.



شكل (٨٤) المنحنى الهبسومترى أو الهبسوجرافى

٢ - المنحنى الكلينوجرافى Clinographic Curve

يستعمل المنحنى الكلينوجرافى فى تمثيل متوسط الانحدار Average Gradint بين كل خطى كنتور متتاليين، وهذا ما يعجز عنه المنحنى الهبسومترى. ولمعرفة درجة الانحدار بين خطوط الكنتور لتنفيذ المنحنى الكلينوجرافى نتتبع الخطوات الآتية:

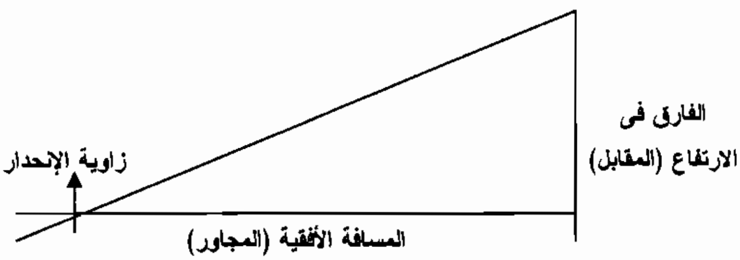
- نقيس المساحة بين كل خطى كنتور متتاليين بإحدى طرق القياس السابق شرحها.
- نحول المساحات التى حصلنا عليها إلى دوائر.
- نوجد أنصاف الأقطار لهذه الدوائر بالأمتار حسب مقياس الرسم المستخدم

$$\text{نق} = \sqrt{\frac{\text{المساحة}}{\text{ط}}}$$

- ترسم الدوائر جميعها متحـدة في المركز، وهي في هذه الحالـة بديلـة لخطـوط الكنتور، ونحسب المسافة أو الفرق بين كل نصف قطر دائرتين متتاليين.
- بتحويل العلاقة بين كل دائرتين متتابعتين إلى مثلث قائم الزاوية يمكن حساب درجة الانحدار بين كل دائرتين (أي بين كل خطي كنتور)

$$\text{ظل الزاوية} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

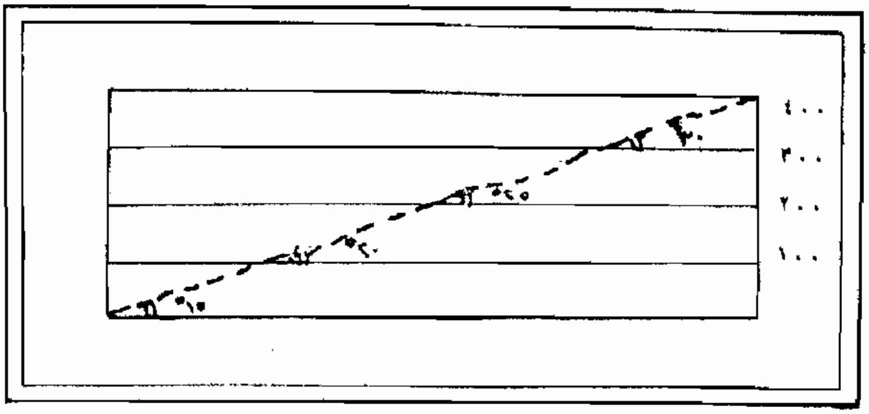
وبذلك يمكن الحصول على زاوية الانحدار على أساس معرفتنا بالمقابل الذي يمثل الفارق في الارتفاع بين النطاقين الكنتوريين المتتاليين، والذي هو في حقيقته يمثل أول النطاق وآخره، وذلك على أساس معرفتنا بالمجاور أو المسافة الأفقية.



ويمكننا أيضا حساب درجة الانحدار بين خطي كنتور من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي} \times ٦٠}{\text{المسافة الأفقية}}$$

- نرسم محورين : أفقي يمثل منسوب سطح البحر، ورأسي يمثل الارتفاعات المسجلة على الخريطة الكنتورية.
- نبدأ في تنفيذ المنحنى باستخدام المنقلة لقياس أول درجة انحراف حـصلنا عليهـا، وهذه الزاوية محصورة بين منسوب سطح البحر أو المنـسوب الأفقـي لأي خـط كنتور نبدأ منه، والخط الممتد من مركز المنقلة والدرجة المطلوب تسجيلها، على أن يمتد هذا الخط على استقامته ليقابل الامتداد الأفقي للمنسوب التالي وهكذا إلـى أن ننتهي من رسم القطاع أو المنحنى الكلينوجرافي شكل (٨٥).



شكل (٨٥) المنحنى الكلينوجرافى

ويمكن أن نطبق معادلة رياضية واحدة توفر علينا بعض العمليات الحسابية وهى[1]:

$$\text{ظل الزاوية} = \frac{\text{ل} \sqrt{\text{ط}}}{\sqrt{\text{أ} -} \sqrt{\text{ب} \times \text{س}}}$$

حيث أن: ل = الفاصل الرأسى بين خطوط الكنتور

ط = النسبة التقريبية $\frac{22}{7}$ أو ٣,١٤

أ = مساحة الأرض المحصورة بأى خط كنتور.

ب = مساحة الأرض المحصورة بالكنتور الذى يعلو الكنتور الذى يحصر المساحة (أ)

س = مقياس رسم الخريطة.

٣ - المنحنى الالتيمترى Altimetric Frequency Graph

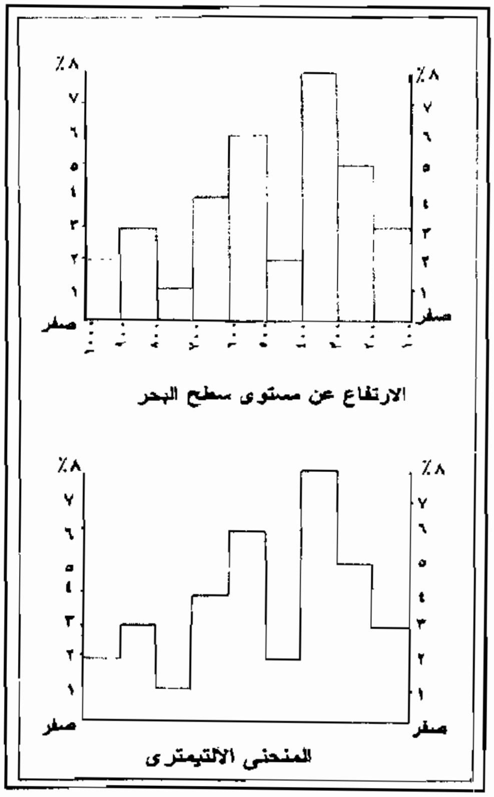
يخدم المنحنى الألتيميترى كثيراً من أغراض الدراسة الجيمورفولوجية، وخاصة تلك التى تتعلق بالتعرية.

(١) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر الليثى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٦٨.

ويوضح هذا المنحنى العلاقة بين الارتفاع والمساحة مثله فـي ذلـك المنحنـى الهيبسومترى، غير أنه يوضح أيضا إلى جانب ذلك العلاقة بين ارتفاعات أو مناسيب مجموعة متعددة من النقاط اعتمادا على طريقة الأعمدة البيانية النسبية، حيث تتـضح الارتفاعات أو المناسيب التى تتكرر أكثر من غيرها، ولذا فهى الطريقة الأصلح لبيان التوزيعات التكرارية.

ويستلزم عمل المنحنى الألتيمترى إتباع الخطوات التالية:

١ - رسم محورين، الأول أفقى ليوضح الارتفاعات والمناسيب مـن الخريطـة الكنتورية، والثانى رأسى يوضح النسبة المئوية للمـساحات، وبهـذا تمثـل المساحات المحصورة بين كل خطى كنتور (النطاق الكنتورى) علـى شـكل عمود رأسى، فى حين أن ارتفاع العمود يمثل النسبة المئوية لما يمثلـه هـذا الأرتفاع من جملة مساحة منطقة الدولة.



شكل (٨٦) المنحنى الآلتيمترى

٢- استخراج مساحة كل نطاق من واقع الخريطة باستخدام أى جهاز قياس دقيق.

٣- تحويل هذه المساحات إلى نسب مئوية من جملة المساحات الكلية.

٤- توقيع هذه النسب على الشكل البيانى بطريقة الأعمدة البيانية النسبية.

٥- حذف الخطوط الرئيسية التى تصل إلى المحور الأفقى، والتركيز على الخط الأعلى الذى يمثل خطا بيانيا كما هو موضح فى الشكل (٨٦).

٦- القطاعات البانورامية: Projected Profiles

لا تختلف القطاعات البانورامية عن القطاعات المتداخلة فى طريقة الرسم، إلا أنه عند رسم القطاعات البانورامية تمحى الأجزاء منه التى يخفيها القطاع الواقع أمامه، وهذا يعنى أن القطاع الأول يرسم بكامله.

أما القطاع الثانى فلا يرسم منه سوى الأجزاء التى تعلو الأول، وهكذا بالنسبة للقطاع الثالث وما يرسم بعده.

وينبغى فحص الخريطة الكنتورية جيدا والتى سيصمم منها مجموعة القطاعات البانورامية بحيث يتضح ترتيب أى القطاعات نبدأ برسمها ثم الثانى والثالث وهكذا. ويراعى فى عملية الرسم ترتيب القطاعات الأدنى أولا ثم الذى يعلوه. ولذلك فالقطاعات البانورامية لا تصلح إلا فى المناطق المتدرجة الارتفاع. وإذا رسمت عدة قطاعات بانورامية عرضية على طول أحد الأودية فيمكن أن تظهر هذه القطاعات كما لو كانت قطاعات متتالية. ويحدث ذلك إذا عملت القطاعات العرضية عمودية على خطوط الكنتور، ورسمت بحيث تقع قيعان الأودية فى جزء واحد من الشكل بقدر الإمكان والسبب فى ذلك أن قاع الوادى وكذلك جوانبه تزيد فى الارتفاع من الجزء الأدنى فى اتجاه المنبع، كما يضيق الوادى فى الاتجاه. وهذا مما يجعل القطاعات يظهر كل منها فوق الآخر بقليل ودون حدوث التداخل. ومن الواضح أنه إذا لم يحدث أى تداخل بحيث لا تمحى أى أجزاء من القطاعات فإننا نصبح أمام قطاعات متتالية لا قطاعات بانورامية[1].

(١) طه جاد، مرجع سبق ذكره ص.

الفصل العاشر

الخرائط الجيولوجية

أولاً : مفهوم الخرائط الجيولوجية :

يوضح هذا النوع من الخرائط توزيع الأنواع المختلفة من الصخور، وهى تبين أيضا الأماكن التى تظهر فيها الطبقات المختلفة على سطح الأرض، وكذلك مواقع الفوالق والثنيات، والعصور الجيولوجية التى تكونت خلالها، وعادة ما توقع هذه البيانات على الخريطة الطبوغرافية التى تمثل معالم سطح الأرض؛ ولذلك يمكن القول بأن الخريطة الجيولوجية ما هى إلا خريطة طبوغرافية وتشمل الخرائط الجيولوجية جميع الخرائط التى يظهر عليها نوع أو أكثر من الصخور المختلفة (النارية Igneous Recks، الرسوبية Sedimentary Roocks، المتحولة Metamorphic Rocks) بالإضافة إلى أية مظاهر جيولوجية أخرى.

ومنذ أوائل هذا القرن بدأت محاولات استعمال الصور الجوية فى رسم خرائط جيولوجية وكنتورية لجهات العالم المختلفة، وتطورت هذه المحاولات تطورا ملموساً أثناء الحرب العالمية الأولى إلى أن اصبح ممكنا منذ سنوات عديدة رسم خرائط جيولوجية أكثر دقة من الخرائط التقليدية المذكورة بواسطة الصور الجوية.

وقد تختلف الخريطة الجيولوجية لمنطقة ما عن خريطة أخرى لنفس المنطقة تبعا لأسباب عديدة. وفى مقدمتها الاختلاف فى مقياس الرسم، فكلما كانت الخريطة ذات مقياس أكبر كلما كانت أكثر توضيحا للتفصيلات البنيوية والعكس صحيح. كما قد تختلف الخريطتان (الجيولوجية والطبوغرافية) تبعا للغرض التى ترسم له الخريطة، هذا فضلا عن الاختلافات الفنية من حيث كمية البيانات الجيولوجية المستقاة أثناء عملية المسح الجيولوجى وأثناء الرسم.

ويلاحظ أن هناك بعض الخرائط التى يبدو فيها الاتجاه أوضح إلى إبـراز كـل تفصيلات التركيب الجيولوجي ما أمكن، بينما تميل بعض الخرائط إلى التركيز علـى التصنيف الزمنى للتكوينات. ويمكن القول بوجه عام أن الخرائط الجيولوجية بالأطالس العالمية والخرائط الجيولوجية للقارات والدول (الخرائط الصغيرة المقياس) يغلب عليها الطابع الأخير. أما الخرائط التفصيلية كبيرة المقياس فهى عادة ما تعطـى تفـصيلات دقيقة عن التركيب الجيولوجي بجوانبه المختلفـة، إلـى جانـب التـصنيف الزمنـى للتكوينات[١] وليس من الضرورى أن تظهر الطبقات فى مساحات كبيرة على الأرض، ولكنها قد تظهر عند نقط محددة، حيث تغطى التربة عادة أجزاء كبيرة منها. وعلـى ذلك فمن الضرورى أن يستطيع الجغرافى تفسير البيانات التى توضح على الخـرائط الجيولوجية.

وللخريطـة الجيولوجية أهمية خاصة بالنسبة للجغرافى وخاصة فى الدراسـات الطبيعية، فهى تساعد على فهم نوع وطبيعة أشكال سطح الأرض وتوزيـع المعـادن وموارد المياه والتربة، كما أن الخريطة الجيولوجية تعتبر أداة وافية المعلومات يمكن للجغرافى أن يستخدمها إذا كانت لديه القدرة على تفهم طريقـة تمثيلهـا للظـاهرات الجيولوجية من أجل التطبيقات العملية من خلال استغلال بعض أنواع الصخور مثـل الحجر الجيرى ومواد البناء، أو من أجل الاستفادة بها فى الدراسات النظرية - ونظرا لأن الخرائط الجيولوجية غالبا ما توقع على خرائط طبوغرافية كما سبق الذكر، ولابد أن يوضح على الأخيرة خطوط الكنتور، نظرا لأهميتها الكبيـرة بالنـسبة للخـرائط الجيولوجية، حيث تعتبرا عنصرا هاما من العناصر التى تمكن من تفهم البيانات التـى تعطى فى الخرائط الجيولوجية.

ولما كانت التكوينات الجيولوجية تختلف فى عمرها وفى أنواعها وخاصة كلمـا اتسمت المنطقة التى تمثلها الخريطة الجيولوجية بالتعقيد الشديد، فإن الألوان والرموز التى تستعمل فى الخرائط الجيولوجية غير متعارف عليها جميعا بصفة مطلقـة، فـإن هناك بعض الاصطلاحات والرموز الأساسية الخاصة بالتركيب الجيولوجي تكاد تكون ثابتة فى كل الخرائط الجيولوجية بمختلف مقاييسها ومواضعها.

---

(١) محمود عبد اللطيف عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبى، ص. ص ٢٢٦ - ٢٢٧.

وبطبيعة الحال هناك تباينا كبيرا بين الخرائط الجيولوجية من حيث الرموز الخاصة بعمر التكوينات على اعتبار أن التكوينات الجيولوجية تتنوع من خريطة لأخرى. ولكن هذا التباين فى الرموز لا يعتبر مشكلة فى قراءة الخريطة إذ أن كل خريطة لها مفتاح تفصيلى بألوانها ورموزها.

وإذا استثنينا خرائط الأطالس واللوحات الحائطية فإن معظم الخرائط الجيولوجية التى ترسم فى الكتب الدراسية والمؤلفات والتقارير العلمية، لا يستعمل فيها التلوين بل تظلل المناطق التى تمتد فيها التكوينات أو المجموعات الصخرية لظلال معينة تدرج فى مفتاح الخريطة. ومن هنا نجد تباينا أكبر فى الظلال المستعملة من خريطة لأخرى.

ولكن هناك ألوان اصطلاحية متفق عليها فى تلوين الخرائط الجيولوجية وأهم هذه الألوان هى(١):

خرائط المقياس الكبيرة:

نوع الصخور	اللون
الصخور النارية	اللون الأحمر
الصخور المتحولة	اللون البنفسجى

الصخور الرسوبية:

نوع الصخور	اللون
الحجر الرملى	اللون الأخضر
الحجر الجيرى	اللون الأزرق
المجر الجيرى	اللون الأزرق
الصلصال	اللون الرمادى
الطفل	اللون البنى الفاتح
[illegible]	اللون البرتقالى
الكونجلوميرات	اللون الأصفر

(١) [illegible]

الخرائط الجيولوجية حسب الأساس الزمنى:

نوع الصخور	اللون
صخور ما قبل الكمبرى	اللون الأحمر والبنفسجى
الحجر الرملى النوبى	اللون البنى
صخور الكريتاسى الأعلى	اللون الأخضر
صخور عصر الأيوسين	اللون الأزرق
صخور عصر الأوليجوسين	اللون البرتقالى
صخور عصر الميوسين	اللون الأصفر
صخور البلايوسين	اللون الأصفر المائل للبياض
صخور البلاسيتوستين والحديث	اللون المائل لبشرة الإنسان
الرواسب الفيضية	اللون البنى

وهذه الألوان هى المستخدمة فى خريطة مصر الجيولوجية مقياس ١ : ٢٠٠,٠٠٠ وتوضح الخريطة رقم (٨٧) نموذج لدليل الرموز والألوان المستخدمة فى الخرائط الجيولوجية.

ثانياً : محتويات الخريطة الجيولوجية :

يجب أن تشتمل الخريطة الجيولوجية على ما يأتى(١):

(١)خطوط تلاصق الطبقات.

(٢)رموز ميل الطبقات ومقاديرها، وهى تشير إلى ميل الطبقة على الخريطة وكذلك ميلها عن المستوى الأفقى.

(٣)رموز الامتداد الجغرافى لكل طبقة (المضرب) والتى تشير إلى الاتجاه الجغرافى.

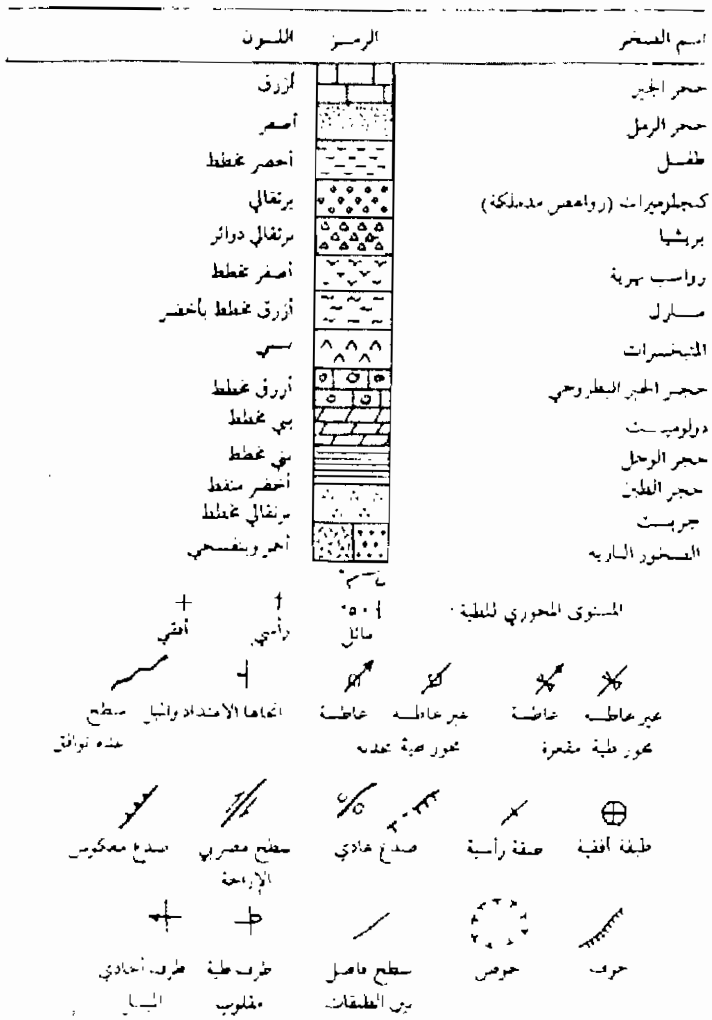
(٤)رموز توضح الخصائص الكنتورية أو البنائية للصخور.

(١) محمد فتحى عوض الله: المعادن والصخور والحفريات، الهيئة المصرية للكتاب، القاهرة ١٩٩٤، ص ١٢١ - ١٢٢.

(٥) الدليل الجغرافى، والعمود الطباقى للمنطقة، بما فى ذلك الطبقات الصخرية المرشدة.

(٦) القطاع (البروفيل) الجيولوجى لمعرفة نوعية التراكيب الجيولوجية فى اتجاه معين وسمك الطبقات.

وإذا ما اكتملت الخريطة الجيولوجية بكل تلك المقومات اكتسبت أهمية كبرى وذلك للأسباب الآتية:



نقلاً عن: رجائى الطحلاوى

شكل (٨٧) دليل رموز وألوان الصخور المستخدمة فى الخرائط الجيولوجية

(١) تعتبر إحدى الوسائل الهامة التى يمكن بواسطتها أن يتعرف الدارس على التراكيب الجيولوجية التى تشكلها وتتشكل منها صخور منطقة معينة.

(٢) يمكن الاعتماد عليها فى قراءة الأحداث، والتاريخ الجيولوجى للمنطقة.

وتجدر الإشارة إلى أن الأدوات اللازمة لدراسة وقراءة الخرائط الجيولوجية هى: مثلثان أحدهما قائم الزاوية، مسطرة دقيقة التدريج، منقلة، أقلام رصاص ذات صلابة مختلفة، أقلام تلوين خشبية، ممحاة، ورق مربعات وشفاف، آلة حاسبة صغيرة، مبراة، وجدول ظلال.

ونظرا لتعدد أنواع الخرائط الجيولوجية حيث نجد الخرائط الجيولوجية العميقة على مناسيب معينة تحت سطح الأرض، وخرائط توزيع تكوينات بعينها أسفل السطح فى منطقة ما، فضلا عن الخرائط الجيولوجية السطحية، فسوف نتناول دراسة النوع الأخير نظرا لأهميتها بالنسبة للجغرافى. حيث توضح الخرائط الجيولوجية السطحية التفصيلية البنية الجيولوجية السطحية بمفهومها الجغرافى. فهى توضح تكوينات السطح مع نظامها أو تركيبها فى نفس الوقت. إذ أن ما يظهر من صخور القشرة الأرضية على سطح الأرض فى صورة طبقات أو غير طبقات بمنطقة ما يمثل فى الخريطة الجيولوجية، كما أن ما يوجد من التواءات ونكسارات بمختلف أشكالها يوضح فى هذه الخرائط.

ثالثاً : المفاهيم الخاصة بالخريطة الجيولوجية:

الطبقة الجيولوجية: Layer

هى كتلة متجانسة من الصخر الواحد، لها نفس الخواص الجيولوجية ويحدها سطحان يفصلانها عما حولها من صخور أخرى، والطبقات الجيولوجية إما أفقية يحدها سطحان أفقيان، أو مائلة بحيث يميل السطحان الفاصلان عن الوضع الأفقى بزاوية أكبر من الصفر أو اقل من ٩٠°، أو أن تكون رأسية بحيث يضع السطحان الفاصلان زاوية قدرها ٩٠° مع الأفقى. وقد تأخذ الطبقات الجيولوجية أشكال أخرى كما هو الحال فى الثنيات مثلاً.

خط المضرب أو الامتداد: Strike Line

هو الخط الوهمى الذى ينتج عن تقاطع مستوى أفقى مع سطح الطبقة الجيولوجية، بحيث يمر بالنقط ذات المنسوب الواحد والواقعة على نفس السطح الفاصل، ويمكن اعتباره خط كنتور واقع على السطح الفاصل للطبقة. فإذا كان السطح الفاصل منتظم الميل فإن خطوط المضرب الواقعة عليه، والتى يكون الفرق بين منسوبى أى خطين متتاليين منها ثابتا، هذه الخطوط تكون مستقيمة وتظهر فى المسقط الأفقى بحيث تكون المسافات الأفقية بينها ثابتة وتسمى المسافة المضربية. أما إذا كان السطح الفاصل غير منتظم الميل ففى هذه الحالة تكون خطوط المضرب غير مستقيمة، وإنما تأخذ الأشكال العادية شكل خطوط الكنتور [١].

ميل الطبقة: Dip

هى الطبقات التى تميل أسطحها عن المستوى الأفقى بزاوية تتراوح ما بين صفر، ٩٠°، وبطبيعة الحال قد يكون هذا الميل فى أى اتجاه من الاتجاهات الأصلية، ويرجع سبب ميل هذه الطبقات إما إلى تعرضها لحركات أرضية وهى على سطح الأرض، أو ميلها أثناء رفعها فوق مستوى سطح البحر بعد ترسيبها وتقلبها.

وهناك نوعان من الميل هما:

الميل الحقيقى: True Dip

هو الميل الذى يتم قياسه فى الاتجاه العمودى على اتجاه خطوط الامتداد ويسمى الخط الوهمى الذى يقع على سطح الطبقة متعامدا مع خط المضرب وفى اتجاه ميل الطبقة بأسم خط الميل الحقيقى.

الميل الظاهرى: Apparent Dip

هو الميل الذى يتم قياسه فى أى اتجاه آخر لا يكون عموديا على اتجاه خطوط الامتداد، ومن ثم تكون له اتجاهات كثيرة وقيم تختلف حسب الاتجاه. وغالبا ما تكون زاوية الميل الحقيقى أكبر من زاوية الميل الظاهرى.

---

(١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية، منشاة المعارف، الإسكندرية ١٩٦٩، ص ٣٣٣.

ويمكن قياس قمة ميل سطح الطبقة باستخدام جهاز بسيط يسمى مقياس أما اتجـــاه الميل فيحدد Clinometer زاوية الميل (كلينومتر) بالنسبة لاتجاه الــشمال الجغرافـــى، ويمكن معرفته باستخدام البوصلة Compass[(١)].

سمك الطبقة: Thickness of Bed

يعرف سمك الطبقة فى الخرائط الجيولوجية بأنه المسافة الرأســية بــين نقطتــى تقاطع خط رأسى يخترق الطبقة مع السطحين الفاصلين.

ولكل طبقة سمك محدد بالمسافة بين سطحيها، العلوى والسفلى، وعلـــى حــسب اختلاف اتجاه قياس هذه المسافة، يتحدد لدينا سمكان للطبقة المائلة هما: السمك الحقيقى والسمك الرأسى.

ويختلف السمك الحقيقى عن السمك الرأسى بالنــسبة للطبقــات المائلـــة، بينمـــا يتساويان فى حالة الطبقات الأفقية.

والسمك الرأسى: عبارة عن المسافة الرأسية مضروبا فى مقياس رسم الخريطة بــين سطحى الطبقة المائلة.

ويقصد بالمسافة الرأسية تلك المسافة بين سطحى الطبقة، العلوى والسفلى رأسيا – أى عموديا على الخط الأفقى.

أما السمك الحقيقى: للطبقة فيقاس بأقصر مسافة بين سطحيها – المسافة العمودية بين السطحين.

الانحدار: Slope

ويقصد به بإيجاز شكل سطح الأرض من حيث كونه مستويا فيكون السطح بـــلا انحدار، أو يكون فى وضع غير مستو أى منحدر. ويجب الحذر مـــن الخلـــط بـــين الانحدار والميل، فالأول يوصف به سطح الأرض والثـــانى توصـــف بــــه الطبقـــات الصخرية. وقد نجد فى بعض الحالات أن هناك اتفاقا بين درجة انحدار سطح الأرض

(١) نعيم أحمد شعت، خالد بن إبراهيم التركى: أساسيات الخرائط الجيولوجية، عمادة شئون المكتبات، جامعـــة الملك سعود، الرياض ١٤١٤ هـــ / ١٩٩٤ م، ص ٤٨.

واتجاهه وبين درجة ميل الطبقات واتجاهه. ولكن فى أغلب الحالات التى لا تتحكم فيها مقدرة التركيب الجيولوجى يوجد اختلاف بين الجانبين المذكورين. ويتضح الاتفاق بين الميل والانحدار فى الخريطة الجيولوجية من حيث اتجاه كل منهما إذا كانت علامة الميل تتجه نحو الجانب المنخفض من المنحدر، أي تجاه خطوط الكنتور ذات الأرقام الأقل فى حالة الخريطة الجيولوجية الكنتورية.

مظهر الطبقة (المكشف): Outcrop

عندما يظهر جزء من طبقة جيولوجية على سطح الأرض فإن هذا الجزء يسمى مظهر الطبقة، فإذا كانت الطبقات أفقية فإن الطبقة العليا منها هى التى تظهر فوق سطح الأرض ولا يظهر ما تحتها من طبقات، هذا إذا كان سطح الأرض أفقيا، أما إذا كان سطح الأرض مائلا، أمكن ظهور بعض الطبقات الأفقية السفلى، وفى حالة الطبقات المائلة كما هو غالبا، فإن أجزاء منها تظهر على السطح.

ويتوقف اتساع وشكل مظهر الطبقة على سطح الأرض على ثلاثة عوامل هى[١]:

أ – طبوغرافية المنطقة التى تظهر فيها الطبقة.

ب – سمك الطبقة.

ج – ميل الطبقة، إذا كانت الطبقة رأسية كان مظهرها ممتدا يحده خطان بحيث يختلف البعد بينهما باختلاف سمك الطبقة. وإذا كانت الطبقة أفقية فإن الخطوط التى تحدد مظهرها تكون موازية لخطوط الكنتور، وفى حالة الطبقات المائلة فإن مظهر الطبقة يتوقف على مقدار زاوية الميل بحيث يزداد البعد بين الخطين الذين يحددان المظهر كلما قلت زاوية الميل، والعكس صحيح إذا كانت زاوية الميل كبيرة.

مفتاح أو دليل الخريطة: Map Index

هو عبارة عن عمود استراتيجرافى Stratigraphic Column يبين تتابع الطبقات فى المنطقة والتى تمثلها الخريطة على حسب ترتيبها، بحيث تكون أقدم الطبقات فى قاعدة العمود وأحدثها فى قمة العمود، ويرسم فى الجانب الأيمن السفلى لحافة الخريطة

(١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجية الهندسية والخرائط الجيولوجية، مرجع سبق ذكره ص ٣٤٠ – ٣٤٧.

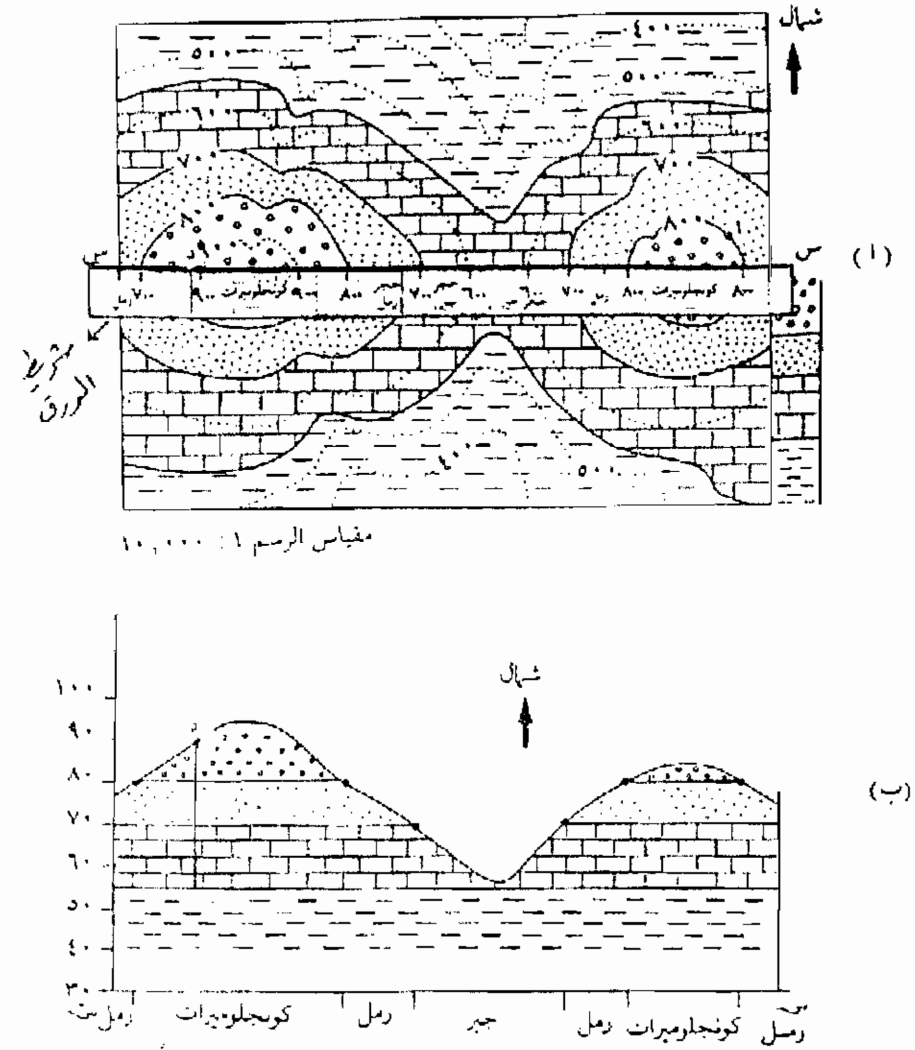
عادة، ولكن هذا لا يمنع أن يرسم في أي مكان مناسب على الخريطة أو على ورقة الرسم البياني للقطاع الجيولوجي Geological Cross Section ولرسم المفتاح يتم تحديد عمود عرضه ٢ سم بجانب الحافة اليمنى السفلية للخريطة وبارتفاع مناسب على حسب عدد وسمك الطبقات الموجودة في الخريطة ونبدأ برسم سطح من أسطح الطبقات بعد معرفة نقطة معلومة الارتفاع عن مستوى سطح البحر، يظهر فيها منكشف هذا السطح وتكون هذه عادة معلومة من معطيات الخريطة - ويجب إعطاء بيان تفصيلي عن بقية التتابع الصخرى Rock Sequence الموجود بالخريطة مع بيان السمك الرأسى لهذه الطبقات، وأهم ما يراعى عند رسم الدليل مقياس الرسم. فإذا افترضنا أن سمك الطبقة هو ١٠٠ متر ومقياس رسم الخريطة هو ١ سم = ١٠٠ م فإن هذه الطبقة يتم رسمها في الدليل بارتفاع ١ سم. أما إذا كان السمك ٢٠٠ م، فإنه سيمثل بمقدار ٢ سم على الدليل، وهكذا يتم الرسم اعتمادا على معطيات الخريطة.

رابعاً: القطاع الجيولوجي للطبقات الأفقية:

هو عبارة عن قطاع تضاريسى بين نقطتين أو أكثر على سطح الأرض موقعة عليه الطبقات أو التكوينات التى يمر بها خط القطاع، بحيث ترسم هذه الطبقات بمقياس رسم يتفق وسمك كل منها وبنفس درجة الميل إذا كانت الطبقات مائلة ولكن قد يصادف راسم القطاع في حالات كثيرة، صعوبة في رسم ميل الطبقات بنفس الدرجة التى تميل بها. أما الطبقات الأفقية فهي لا تشكل عائقا في رسم القطاع كما يتضح من الشكل التالى. والقطاع الجيولوجي قد يفسر كثيرا من الظاهرات التضاريسية التى تهم الجغرافى، حيث توجد علاقة وثيقة في حالات كثيرة بين التركيب الجيولوجي وأشكال السطح. وإذا لم تكن هناك علاقة مباشرة فإن التركيب الجيولوجي يلقى ضوءا على تفسير كثير من هذه الأشكال.

ولرسم قطاع جيولوجي يجب علينا اتباع الخطوات التالية شكل (٨٨):

(١)نمد خطا في اتجاه الميل يمر بالظواهر الرئيسية للطبقات وفي أكثر الأجزاء تمثيلا للتركيب الجيولوجي للمنطقة (س-ص)



نقلاً عن: رجائي الطحلاوى

شكل (٨٨) قطاع جيولوجى لمجموعة من الطبقات الأفقية

(٢)نضع شريط من الورق بحيث تنطبق حافته على الخط (س-س) الذى يحدد مكان القطاع المراد رسمه، ثم نحدد نهايتا القطاع على شريط الورق، وكذلك نقط تقاطع خطوط الكنتور المختلفة مع الخط (س سَ) ويكتب منسوب كل خط من خطوط الكنتور عند العلامة التى تحدد نقطة تقاطعه مع الخط (س سَ)، وكذلك يجب تحديد مواقع أعلى النقط منسوبا والتى توجد فى المناطق المرتفعة، وأقل النقط منسوبا والتى تقع فى المناطق المنخفضة على الشريط.

وبهذه الكيفية تحدد المسافات الأفقية بين النقط المختلفة الناتجة عن تقاطع خطوط الكنتور مع الخط الذى يحدد القطاع، ويلاحظ فى هذه الحالة أن المسافات المذكورة تكون قد وقعت على طول القطاع بنفس مقياس الرسم الذى رسمت به الخريطة الكنتورية أصلاً.

(٣)ترسم خطوط أفقية موازية تماما للمحور الأفقى من نقاط التقاطع ويمثل كل خط سطح طبقة (سطحا فاصلا بين طبقتين) كما يظهر فى الشكل التالى. فنجد أن السطح العلوى للحجر الرملى يقع على ارتفاع ٨٠٠ م بينما سطحه السفلى يظهر على ارتفاع ٧٠٠ م كما يظهر فى الخريطة وكذلك باقى أسطح الطبقات. كما أن السمك الرأسى لكل طبقة على القطاع يساوى السمك الموضح على الخريطة.

(٤)تظلل كل طبقة برمزها أو تكون بلونها المتفق عليه والذى تم تحديده على كل من الخريطة والدليل.

وتجدر الإشارة إلى أنه إذا وجدت بالخريطة طبقة أسفل جميع الطبقات غير معلومة السمك فإنه من الصعب تحديد سطحها السفلى. لذلك نتبع فى تظليل هذه الطبقة أو تلوينها الخطوات التى اتبعت فى تظليل أو تلوين دليل الخريطة (الدليل الجيولوجى)، وذلك بتلوين ١,٥ سم فقط بلون طبقة الطفل وترك الباقى بدون تظليل أو تلوين لعدم معرفتنا بسمك الطبقة أو بالصخور التى تقع أسفلها.

(٥)يحدد المحور الرأسى والمحور الأفقى اللازمان لرسم القطاع على ورقة ملليمترات (مربعات) ويوضع شريط الورق بحيث تكون حافته مطابقة للمحور الأفقى، وتكون نقطة الأصل للمحاور منطبقة تماما مع بداية القطاع المحددة على الشريط، وتنقل جميع البيانات (مواقع النقط ومناسيبها) من الشريط إلى المحور الأفقى للقطاع.

(٦)تقام أعمدة عند مواقع النقط المختلفة المحددة على المحور الأفقى ويحدد عليها ارتفاعات تطابق مناسيب النقط المدونة أمام كل منها. ولهذا الغرض قد يستخدم نفس مقياس الرسم الذى وقعت به الأبعاد على المحور الأفقى، أو قد يستخدم مقياس رسم مخالف للمقياس الأفقى.

فإذا استخدم نفس مقياس الرسم على المحورين الأفقى والرأسى، كانــت ميــول سطح الأرض الناتجة فى القطاع هى نفسها الموجودة فى الطبقة، أى أنه إذا كان ميل سطح الأرض فى الطبيعة فى جزء من القطاع هو ٣٠ درجة مثلا، فإن ميــل ســطح الأرض فى القطاع الممثل لنفس الجزء لابد وأن يكون ٣٠ درجة، ويفضل دائمــا أن يستخدم نفس المقياس على المحورين كلما أمكن ذلك، إلا أنه إذا كان مقيــاس رســم الخريطة صغيرا فإنه إذا استخدم على المحور الرأسى لا يمكــن أن يعطــى صــورة واضحة لتضاريس المنطقة، وفى هذه الحالة يستخدم مقياس رسم على المحور الرأسى يكون أكبر من مقياس الرسم المستخدم على المحور الأفقى، وذلــك لإمكــان إظهــار التغير فى تضاريس المنطقة. وينتج عن ذلك ميول لسطح الأرض فى القطاع تخـالف الميول الطبيعية، ولتحديد ميل سطح الأرض الطبيعى عند اسـتعمال مقياســى رســم مختلفين يحدد ظل زاوية الميل من واقع الأبعاد التى يمكن حسابها ومنها يمكن حساب مقدار زاوية الميل.

خامسا: تقدير أعماق الآبار باستخدام الخريطة الجيولوجية:

الطريقة الأولى:

لتحديد عمق بئر ما تصل إلى طبقة معينة على سطح الأرض من واقع الخريطة الجيولوجية فإننا نحدد خط الكنتور الذى تقع عليه النقطة، وبذلك يتحدد منسوب النقطة على سطح الأرض، ثم نحدد منسوب خط المضرب[١] الذى تقع عليه النقطة، وعلــى ذلك يتحدد منسوب النقطة على سطح الطبقة والتى تكون واقعة رأسيا تحــت النقطــة الموجودة على سطح الأرض، والفرق بين المنسوبين يعطى المــسافة الرأســية بــين النقطتين والتى تكون مساوية لعمق البئر.

مثال فى خريطة ما إذا أريد تحديد عمق البئر (أ) إلى السطح العلوى للطبقة، فإننا نجد أن (أ) تقع على خط كنتور منسوبه (٨٠٠ م) وعلى خط مضرب (واقــع علــى السطح العلوى) منسوبه (٦٠٠ م)

فيكون عمق البئر = ٨٠٠ - ٦٠٠ = ٢٠٠ مترا

(١) يمكن اعتبار خط المضرب خط كنتور واقع على السطح الفاصل للطبقة.

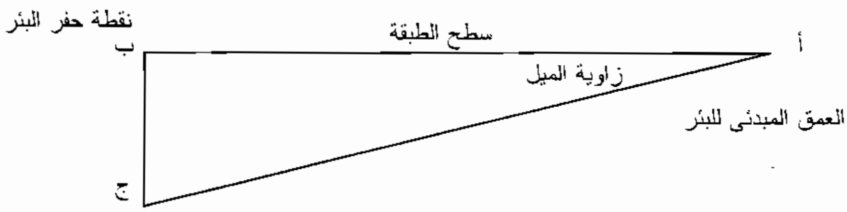
أما عند (ب) فمنسوب خط الكنتور الواقعة عليه هو (٦٥٠ م)، بينما خط المضرب منسوبة (٦٠٠ م)

ويكون عمق البئر = ٦٥٠ - ٦٠٠ = ٥٠ مترا

الطريقة الثانية:

لحساب عمق البئر من الخريطة الجيولوجية نتبع الآتى:

(١) نمد خطا من النقطة التى سيحفر بها البئر موازيا لاتجاه الميل بحيث يصل إلى حد الطبقة المطلوب الوصول إليها بالحفر مع مراعاة أن يكون الخط ممتدا حتى السطح العلوى أو السطح السفلى كيفما طلب



(٢) نأتى بورقة رسم بيانى ونمد خطا أفقيا بطول الخط الذى مددناه بالخريطة ثم نرسم زاوية ميل الطبقة المشار إليها. ونمد خطا يحصر هذه الزاوية مع الخط الأفقى المرسوم ثم نسقط عمودا من نهاية الخط الأفقى الأول حتى يقطع الخط الثانى.

(٣) نقيس طول هذا العمود بدقة كبيرة ونحوله بمقياس رسم الخريطة إلى أمتار فيكون هذا هو عمق البئر أو أن سطح الأرض مستو تماماً. أى أن نقطة البئر على منسوب يساوى منسوب حد الطبقة أو التكوين المذكور.

(٤) عادة ما يكون هناك اختلاف فى ذلك المنسوب، ولابد من معرفة الفرق بين المنسوبين كما يتضح من الخريطة لأخذه فى الاعتبار. فلو أن نقطة حفر البئر أكثر ارتفاعا من نقطة حد الطبقة المذكورة فمعنى هذا أن عمق البئر الذى حسبناه بمقياس الرسم السابق الإشارة إليه يضاف إليه هذه الزيادة فى الارتفاع، والعكس صحيح أى لو أن نقطة حفر البئر أقل فى المنسوب من النقطة المذكورة فسوف يقل مقدار العمق بمقدار الفرق بين المنسوبين فنطرح هذا الفرق من الرقم الناتج فى عملية التحويل[١].

---

(١) محمود عصفور، محمد الشرنوبى، مرجع سبق ذكره، ص ٢٤٥-٢٤٦.

سادسا : وصف الخرائط الجيولوجية:

عند إعداد ووصف لخريطة جيولوجية يجب الاستعانة بكل المعلومات الجيولوجية المتوافرة عن المنطقة، وقد توجد بعض هذه المعلومات مباشرة على الخريطة مثل اتجاه وزوايا ميل الطبقات، أو قد يكون التتابع الطباقى موضحاً فى دليل الخريطة Legend، أما إذا كانت هذه البيانات غير موجودة فيجب أن يقوم الدارس بإعدادها بنفسه. وفيما يلى وصف لنموذج خريطة جيولوجية يحوى كل المعلومات المحتمل توافرها وهى(١):

١- **طبوغرافية المنطقة:** وتضم مساحة الخريطة، ووصف الظواهر التضاريسية (وديان – تلال ....الخ)

٢- **التتابع الطباقى:** ترتيب الطبقات الظاهرة فى الخريطة وموضحا أقدمها وأحدثها عمرا مع تجميع الطبقات المتوافرة فى مجموعات وحساب سمك الطبقات – إذا كان منتظما – سواء كان السمك الرأسى أو السمك الحقيقى.

٣- **العلاقة بين المجموعات الصخرية:** تحديد مكان ونوع عدم التوافق.

٤- **التراكيب الجيولوجية:** ندرس تراكيب المجموعات الصخرية كل على حدة، ويستحسن البدء بالأحدث عمرا على النحو التالى:

أ – **ميل الطبقات:** إذا لم تكن على شكل طيات تحديد زاوية واتجاه ميل الطبقات وأى تغير فى زاوية الميل.

ب – **الطيات:** تحديد البيانات الخاصة بالطيات مثل: الطبقات التى تكون الطيات، نوع وترتيب الطيات، اتجاه وزاوية ميل الأجنحة، اتجاه المفصل (المحور)، عمر الطى.

ج – **الفوالق:** إذا كانت الخريطة تحوى أكثر من فالق، يوصف كل فالق منها على حده من حيث النوع، الميل، الامتداد، اتجاه الحركة النسبية، مقدار الإزاحة على سطح الفالق، رمية الفالق، الطبقات التى تأثرت بالفالق عمر الفالق، والعلاقة بين الفوالق وبعضها.

د – بيان العلاقة بين الطيات والفوالق.

---

(١) محمد رجائى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، الطبعة الثانية، أسيوط ٢٠٠٠ ص ص ١٧٩ – ١٨٠.

٥ – **الصخور النارية:** وصف أنواع الصخور الموجودة كل علـى حـدة، وأنواعها (قواطع، جدد، باثوليت .....الخ)، والطبقات التى تداخلت فيها، وعمرها بالنسبة للطبقات وبالنسبة لبعضها البعض.

٦– العلاقة بين تضاريس المنطقة والتراكيب الجيولوجية.

٧– **التاريخ الجيولوجي للمنطقة:** ويشمل التسلسل التاريخى الذى مرت به المنطقة منذ تكوين أقدم الصخور الموجودة بها حتى وصلت إلى حالتها الراهنة ولإيضاح خطوات قراءة الخريطة الجيولوجية ووصفها نورد المثال التالى:

مثال: خريطة جيولوجية لمنطقة معروفة تتابعها الطباقى شكل (٨٩) وتظهر علـى الخريطة الخطوط التى استخدمت للحصول علـى المعلومات الجيولوجية اللازمة.

الإجابة: لوصف الخريطة يمكن أن نستنتج المعلومات الجيولوجية الآتية[١]

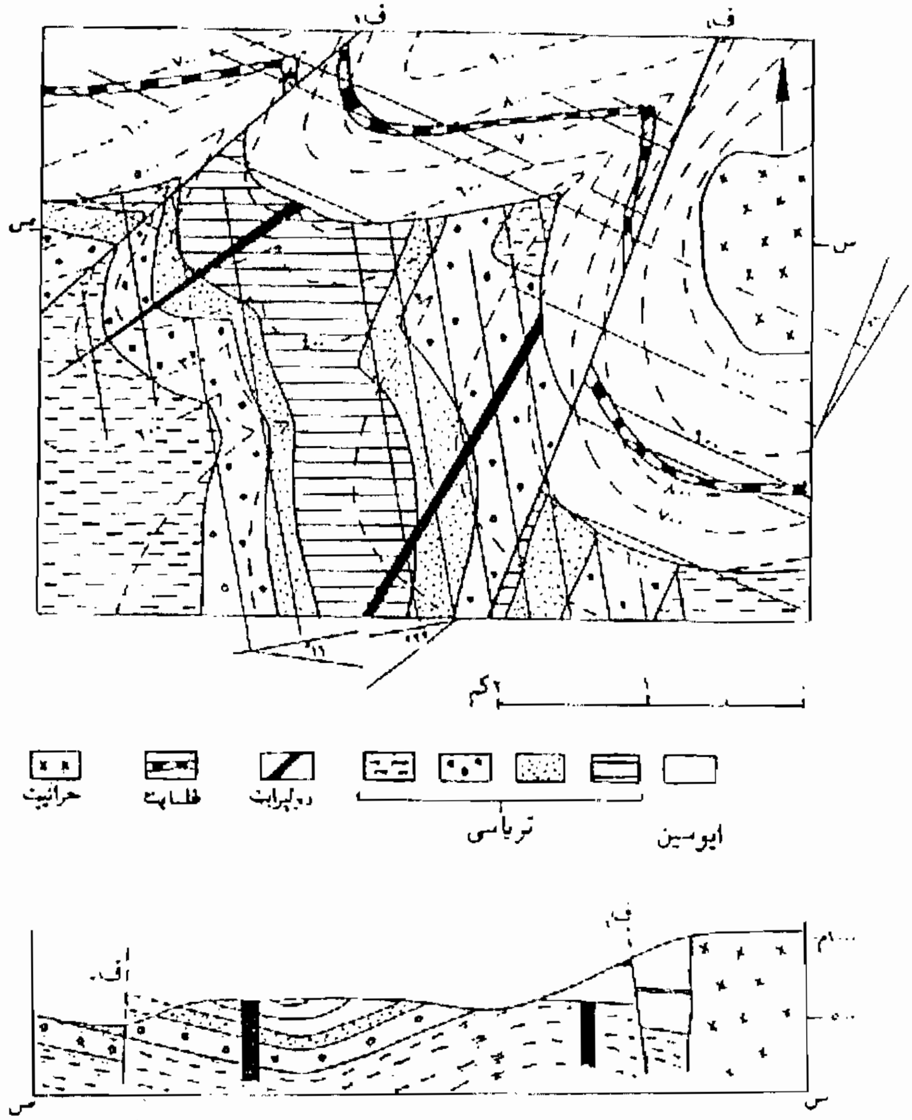
١– **طبوغرافية المنطقة:** تبلغ مساحة المنطقة حوالى ١٨ كم^{٢} (الطول × العرض × مربع مقياس الرسم)، يخترق المنطقة واديان رئيسيان ينحدران من الشمال الشرقى إلى الجنوب الغربى، أعلى جزء يقع شرق الخريطة على منسوب ١٠٠٠ متر، وينحدر سطح الأرض تدريجيا ناحية الجنوب الغربى حيث يصل منسوب سطح الأرض إلى ٢٠٠ متر.

٢– **التتابع الطبقى:** وهو موضح على الخريطة وترتيبه على النحو التالى:

أولاً الصخور

	الزمن	**نوع الصخر**	السمك الرأسي
أحدث	الأيوسين	طباشير	أكثر من ٤٠٠م
		حجر طيني	أكثر من ٢٠٠م
		حجر رملي	١٠٠ م
أقدم	الترياسي	كنجلومرات	٢٠٠ م
		طفلة	أكثر من ٤٠٠ م

(١) المرجع السابق، ص ١٨١ – ١٨٥.



نقلاً عن: رجائى الطحلاوى

شكل (٨٩) نموذج خريطة جيولوجية لمنطقة معروف تتابعها الطبقى

ثانيا : الصخور النارية: جرانيت، دوليرايت، فلسايت

٣- **العلاقة بين المجموعات الصخرية:** يوجد سطح عدم توافق بين قاع طبقة الطباشير الأيوسينى حيث يقع فوق صخور المجموعة السفلية التابعة لترياسى.

٤- **التراكيب الجيولوجية:**

أ - تميل طبقات الطباشير بزاوية قدرها ٩° فى الاتجاه شمال٢٢° شرق.

ب - **الطيات:** توجد طبقات الترياسى على شكل طية مقعرة غير متماثلة يتجه مفصلها (محورها) شمال ١٠° غرب، ويميل الجناح الشرقى ٢٥° غربا والجناح الغربى ١٦° شرقا.

ويقع عمر الطى فى الفترة بين الأيوسين، وما بعد الترياسى.

ج ـ **الفوالق:** يقطع المنطقة فالقان. ف١، ف٢.

١- الفالق ف١: رأسى، عادى، يمتد شمال ٢٠° شرق، الرمية السفلية ٢٠٠ متر على الجانب الجنوبى الشرقى وقد تكون بعد تداخل الفلسايت.

٢- **الف الق ف٢** : ويقع فى الركن الشمال الغربى من المنطقة، ويمتد شمال ٥٠° شرق، عادى، الرمية السفلية ٢٠٠ متر على الجانب الشمالى الغربى. وتمثل الكتلة المحصورة بين الفالقين هضبة تركيبية.

٥- **الصخور النارية:** يوجد فى المنطقة ثلاث متداخلات نارية مختلفة:

أ - **الدوليرايت:** ويوجد على هيئة قاطعين يمتدان فى الاتجاه شمال شرق وقد تداخلا فى صخور الترياسى فقط، ويبدو أنهما من نفس العمر، أى أنهما تكونا بعد الطى وقبل ترسب الأيوسين. سمك القاطع الشرقى منتظم ويبلغ حوالى ١٠٠م. أما القاطع الغربى فيتلاشى ناحية الجنوب الغربى.

ب - **الفلسايت:** ويوجد عادة على هيئة جُدة، سمكه حوالى ٤٥ مترا، وهو متداخل فى صخور الطباشير وله نفس اتجاه و زاوية الميل، وعمر التداخل يقع فى الفترة قبل التصدع وبعد ترسيب الطباشير.

ج - **الجرانيت:** ويظهر فى الجانب الشرقى من المنطقة ويأخذ شكل منطقة محدبة، وهو أحدث عمرا من الطباشير.

٦- العلاقة بين طبوغرافية المنطقة والتراكيب الجيولوجية:

تتحد الوديان فى الاتجاه المعاكس لميل طبقات الطباشير، فهى لذلك وديان معاكسة Obsequent وتظل محتفظة باتجاهها وهى تخترق الطبقات السفلى فتكون مطابقة.

٧ - **التاريخ الجيولوجي:**

أ - ترسبت طبقات الترياسى فى ظروف بحرية بادئة بالطفلة ثم الكنجلومرات ثم الحجر الرملى ثم الحجر الطينى.

ب - تعرضت المنطقة لعمليات الطى، ثم تداخلت قواقع الدوليرايت، ثم ارتفعت المنطقة عن سطح البحر ، وتعرضت لعمليات التمات.

ج - غمرت المنطقة بالمياه ثم ترسب الطباشير.

د - تداخل الفلسايت والجرانيت.

هـ - ارتفعت المنطقة ثم مالت، وتعرضت لعوامل التمات والتعرية التى أعطتها شكلها الأخير.

و - حدثت تصدعات فى المنطقة نتج عنها الفالقان ف١ ، ف٢ ٠

ل - تعرضت المنطقة لعوامل التمات والتعرية التى أعطتها شكلها الأخير

وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن تحديد عمر تداخل الجرانيت بدقة لعدم توافر معلومات جيولوجية كافية، فمن الممكن أن يكون قد تداخل فى أى وقت بعد تكوين الطباشير، وكذلك الحال بالنسبة للفسايت، فتداخله يقع بعد تكوين الطباشير وقبل نشوء الفوالق.(١)

(١) المرجع السابق، ص ١٨٥.

الملاحـــق

قوانين المساحات والحجوم

مساحة المثلث = نصف القاعدة × الارتفاع

مساحة المربع = مربع طول الضلع

= طول الضلع ×نفسه

مساحة المستطيل = الطول ×العرض

مساحة الدائرة = ط نق٢

= مربع نصف القطر × ٣,١٤

حيث ط = ٣,١٤ أو $\frac{٢٢}{٧}$

نق = نصف قطر الدائرة

طول محيط الدائرة = القطر × ٣،١٤

طول قطر الدائرة = محيط الدائرة × ٣٤٨٣،

= مساحة الدائرة × ١,١٢٨٣

مساحة سطح الاسطوانة = مساحة القاعدتين+ (الطول×محيط الاسطوانة)

مساحة المخروط = مساحة القاعدة + (محيط القاعدة× نصف الارتفاع)

مساحة الكرة = مربع القطر × ٣,١٤

حجم المكعب = الطول × العرض × الارتفاع

= طول الحرف × نفسه × نفسه

حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة ×الارتفاع

= ط نق٢ × ع

حجم الكرة = مكعب القطر × ٠,٥٢٣٦

= ٤ × مربع نصف القطر × ٣,١٤

حجم المخروط = $\frac{١}{٢}$ مساحة القاعدة × الارتفاع

= $\frac{١}{٢}$ ط نق^{٢} × ع

حجم الهرم = $\frac{١}{٢}$ مساحة القاعدة × الارتفاع

= $\frac{١}{٢}$ س × ع

حجم متوازى المستطيلات = مساحة القاعدة × الارتفاع

= الطول × العرض × الارتفاع

= حاصل ضرب الأبعاد الثلاثية

المساحة الجانبية لمتوازى المستطيلات = محيط القاعدة × الارتفاع

= المساحة الجانبية + مجموع مساحتى القاعدتين

= مجموع مساحات الأوجه الجانبية

المساحة الجانبية للمكعب = مساحة وجه واحد × ٤

= مجموع مساحات الأوجه الجانبية

مساحة أوجه المكعبات الكلية = مساحة وجه واحد ×٦

مساحة المعين = نصف حاصل ضرب القطرين

مساحة شبه المنحرف = نصف مجموع القاعدتين المتوازيتين × الارتفاع

مساحة الشكل الرباعى = مجموع مساحة المثلثين الناتجين من توصيل أحد قطريه

مساحة الشكل الخماسى المنتظم = مربع طول ضلع الشكل × ١,٧٢

مساحة الشكل السداسى المنتظم = مربع طول ضلع الشكل × ٢،٦

مساحة الشكل الثمانى المنتظم = مربع طول ضلع الشكل × ٢،٨٣

مساحة المثلث = $\frac{١}{٢}$ القاعدة × الارتفاع = $\frac{\text{القاعدة × الإرتفاع}}{٢}$

$$= \sqrt{ح\,(ح - أ)\,(ح - ب)\,(ح - ج)}$$

حيث $\frac{١}{٢}$ ح = محيط المثلث = $\frac{أ + ب - ج}{٢}$

أ، ب، ج هى أطوال أضلاع المثلث

مساحة المثلث المتساوى الأضلاع = مربع طول الضلع × ٤٣٣،

= مربع نصف الضلع × ظا ٦٠ درجة (١,٧٣٢)

= نصف مربع طول الضلع × الجذر التربيعى $\frac{٣}{٢}$

= نصف مربع طول الضلع × ٨٦٦،

مساحة المثلث القائم الزاوية = حاصل ضرب ضلعى الزاوية بالقائمة.

حجم المنشور = مساحة القاعدة × الارتفاع

حجم الهرم أو المخروط الناقص = $\frac{ع}{٣}\sqrt{(س_١ \times س_٢ + س_١ س_٢)}$

حيث ع هى المسافة العمودية بين القاعدتين

س١، س٢ هى مساحة القاعدتين على التوالى

مساحة أى شكل منتظم = $\frac{١}{٢}$ المحيط × العمود الساقط من المركز على أحد الأضلاع

مساحة القطاع الدائرى = $\frac{ط\, نق_٢\, ن}{٣٦٠}$

حيث ن = الزاوية المركزية

مساحة القطاع الناقص = $\frac{ط\, م_١\, م}{٤}$

حيث أن م = طول قطره الأكبر

$م_١$ = طول قطره الأصغر

بعض المقاييس الهامة

المقاييس الفرنسية الطولية

الكيلو متر =١٠٠٠ متر

= ٦٢١، من الميل

= ٥٤٠، من الميل البحرى

السنتيمتر = ١٠ مليمتر

الديسمتر = ١٠ سنتيمتر

المتر = ١٠ ديسمتر = ١٠٠ سم

الديكامتر = ١٠ متر

الهكتومتر = ١٠٠ متر

المقاييس الإنجليزية الطولية

البوصة = ٢١ لينيا

القدم = ١٢ بوصة

الياردة = ٣ قدم

الميل = ١٧٦٠ ياردة

الميل البحرى = ١٨٥٣ متر

العقدة : تعنى الميل البحرى وتستخدم لقياس سرعة السفن وهى تساوى ٨٥٣،كم / ساعة أو ٥١٤ متر /ثانية

القامة = ٦ قدم = ١،٨٢٨ متر

المساحات :

الميكرومتر = $\frac{١}{١٠٠٠}$

ا سم^{٢} = ٠,١٥٥ بوصة مربعة

١ متر = ١٠,٨ قدم مربع

اكم^{٢} = ٠,٣٨٦ ميل مربع

اهكتار = ٢,٤٧ من الفدان

= ١٠٠٠٠ متر مربع

الدونم = ١٠٠٠ متر مربع

جدول مقابلات مقاييس الرسم الرئيسية

مقياس رسم الخريطة	ما تمثله البوصة الواحدة	ما يمثله السنتيمتر الواحد	مقابل الميل الواحد	مقابل الكيلو متر الواحد
١ : ٢٠٠٠	٥٦ ياردة	٢٠ متر	٣١,٦٨ بوصة	٥٠ سم
١ : ٢٥٠٠	٦٩,٥ ياردة	٢٥ متر	٢٥,٣٤ بوصة	٤٠ سم
١ : ٥٠٠٠	١٣٩ ياردة	٥٠ متر	١٢,٦٧ بوصة	٣٠ سم
١: ١٠٠٠٠	٠,١٥٨ ميل	٠,١٠ كم	٦,٣٤ بوصة	١٠,٠ سم
١: ٢٠٠٠٠	٠,٣١٦ ميل	٠,٢٠ كم	٣,١٧ بوصة	٥,٠٠ سم
١: ٢٤٠٠٠	٠,٣٧٩ ميل	٠,٢٤ كم	٢,٦٤ بوصة	٤,١٧ سم
١: ٢٥٠٠٠	٠,٣٩٥ ميل	٠,٢٥ كم	٢,٥٣ بوصة	٤,٠ سم
١: ٣١٦٨٠	٠,٥٠٠ ميل	٠,٣١٧ كم	٢,٠٠ بوصة	٣,١٦ سم
١: ٥٠,٠٠٠	٠,٧٨٩ ميل	٠,٥٠٠ كم	١,٢٧ بوصة	٢,٠٠ سم
١: ٦٢,٥٠٠	٠,٩٨٦ ميل	٠,٦٢٥ كم	١,٠١٤ بوصة	١,٦ سم
١: ٦٣,٣٦٠	١,٠٠ ميل	٠,٦٣٤ كم	١,٠٠ بوصة	١,٥٨ سم
١: ٧٥,٠٠٠	١,١٨ ميل	٠,٧٥ كم	٠,٨٤٥ بوصة	١,٣٣ سم
١: ٨٠,٠٠٠	١,٢٦ ميل	٠,٨٠ كم	٠,٧٩٢ بوصة	١,٢٥ سم
١: ١٠٠,٠٠٠	١,٥٨ ميل	١,٠٠ كم	٠,٦٣٤ بوصة	١,٠٠ سم
١: ١٢٥,٠٠٠	١,٩٧ ميل	١,٢٥ كم	٠,٥٠٧ بوصة	٨,٠ مم
١: ٢٥٠,٠٠٠	٣,٩٥ ميل	٢,٥٠ كم	٠,٢٥٣ بوصة	٤,٠ مم
١: ٥٠٠,٠٠٠	٧,٨٩ ميل	٥,٠٠ كم	٠,١٢٧ بوصة	٢,٠٠ مم
١: ١٠٠٠,٠٠٠	١٥,٧٨ ميل	١٠,٠٠ كم	٠,٠٦٣ بوصة	١,٠٠ مم

جدول أطوال درجات الطول ودوائر العرض

دوائر العرض	طول دوائر العرض بالأميال	طول دوائر العرض بالكيلو متر	طول درجة الطول بالأميال	طول درجة الطول بالكيلو متر
٠	٦٨,٧٠٤	١١٠,٥٦	٦٩,١٧٢	١١١,٣١٢
٥	٦٨,٧١٠	١١٠,٥٧	٦٨,٩١١	١١٠,٩٠
١٠	٦٨,٧٢٥	١١٠,٦٠	٦٨,١٢٩	١٠٩,٦٤
١٥	٦٨,٧٥١	١١٠,٦٤	٦٦,٨٣٠	١٠٧,٥٥
٢٠	٦٨,٧٨٦	١١٠,٧٠	٦٥,٠٢٦	١٠٤,٦٤
٢٥	٦٨,٨٢٩	١١٠,٧٧	٦٢,٧٢٩	١٠٠,٩٥
٣٠	٦٨,٨٧٩	١١٠,٨٥	٥٩,٩٥٦	٩٦,٤٨٨
٣٥	٦٨,٩٣٥	١١٠,٩٤	٥٦,٧٢٥	٩١,٢٩٠
٤٠	٦٨,٩٩٣	١١١,٠٤	٥٣,٠٦٣	٨٥,٣٩٦
٤٥	٦٩,٠٥٤	١١١,١٤	٤٨,٩٩٥	٧٨,٨٤٩
٥٠	٦٩,١١٥	١١١,٢٤	٤٤,٥٥٢	٧١,٦٨٩
٥٥	٦٩,١٧٥	١١١,٣٣	٣٩,٧٦٦	٣٦,٩٩٦
٦٠	٦٩,٢٣٠	١١١,٤٢	٣٤,٦٧٤	٥٥,٨٠٢
٦٥	٦٩,٢٨١	١١١,٥٠	٢٩,٣١٥	٤٧,١٧٧
٧٠	٦٩,٣٢٤	١١١,٥٧	٢٣,٧٢٩	٣٨,١٨٨
٧٥	٦٩,٣٦٠	١١١,٦٢	١٧,٩٦٠	٢٨,٩٠٣
٨٠	٦٩,٣٨٦	١١١,٦٧	١٢,٠٥١	١٩,٣٩٤
٨٥	٦٩,٤٠٢	١١١,٦٩	٦,٠٤٩	٩,٧٣٥
٩٠	٦٩,٤٠٧	١١١,٧٠	٠٠,٠٠٠	٠٠,٠٠٠

النظام المتري

هو وحدة قياس يشتق منه عدة وحدات هي:

- ١ ألتوميتر = $١٠^{١٨}$ متر.
- ١ فمتوميتر = $١٠^{١٥}$ متر.
- ١ بيكومتر = $١٠^{١٢}$ متر.
- ١ نجستوم = $١٠^{١٠}$ متر.
- ١ فانوميتر = $١٠^{٩}$ متر.
- ١ ميكروميتر = $١٠^{٦}$ متر.
- ١ ملليمتر =$١٠^{٣}$ متر.
- ١ سمنيمتر = $١٠^{٢}$ متر.
- ١ ديسمتر = $١٠^{١}$ متر.
- ١ ديكاميتر = ١٠ متر.
- ١ هكتومتر = $١٠^{٢}$ متر.
- ١ كيلومتر = $١٠^{٣}$ متر.
- ١ ميجامتر = $١٠^{٦}$ متر.
- ١ تيرامتر = $١٠^{١٢}$ متر.

جدول تحويل الوحدات الإنجليزية والفرنسية

الوحدات المقابلة / الوحدات	ميل	فورلنج	ياردة	قدم	بوصة	كيلو متر	متر
الميل	١	٨	١٧٦٠	٥٢٨٠	٦٣٣٦٠	١,٦٠٩٣	١٦٠٩٠٧٠٤١ ٠,٦٠٩٣٣٤٤
الفورلنج	٠,١٢٥	١	٢٢٠	٦٦٠	٧٩٢٠	٠,٢٠١١٦	٢٠١,١٦٨
الياردة	٠,٠٠٠٥٦٨	٠,٠٠٤٥	١	٣	٣٦	٠,٠٠٠٩١	٠,٩١٤٤
القدم	٠,٠٠٠١٨٩	٠,٠٠١٥١٥	٠,٣٣٣٣	١	١٢	٠,٠٠٠٣	٠,٣٠٤٨
البوصة	٠,٠٠٠١٥٧	٠,٠٠٠١٢٦	٠,٠٢٧٧	٠,٠٨٣٣	١	٠,٠٠٠٠٢٥	٠,٠٢٥٤
الكيلو متر	٠,٦٢٠٣٧	٤,٩٧٠٩	١٠٩٣,٦١	٣٢٨٠,٨	٣٩٣٧٠,٠٧	١	١٠٠٠
المتر	٠,٠٠٠٦٢	٠,٠٤٩٧	١,٠٩٣	٣,٢٨	٣٧,٣٩	٠,٠٠١	١

المراجع

أولاً : المراجع العربية:

(١) إبراهيم عبيدو: الجيولوجيا الهندسية والخرائط الجيولوجية، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٦٩.

(٢) أحمد البدوى الشريعى: الخرائط الجيولوجية تصميم وقراءة وتفسير، دار الفكر العربى، القاهرة ١٩٩٨.

(٣) أحمد على إسماعيل: الجغرافيا العامة، موضوعات مختارة، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٥ / ١٩٩٦.

(٤) الفريدو بنهيرو كاركس: رواد المحيط، مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، يونيو ١٩٩١م، ص ٢٤.

(٥) ج. ب. هالى: القصة الجديدة لفن رسم الخرائط، مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، ص ٤٤.

(٦) بطرس عوض الله: المساحة المستوية والجيوديسية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٥٢.

(٧) جودت أحمد سعادة: تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٢.

(٨) جوده حسنين جوده: الجغرافيا الطبيعية والخرائط، الطبعة الخامسة، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٩٨.

(٩) حسن سيد حسن: بعض أساسيات ومبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠٠.

(١٠) طه محمد جاد: تحليل الخريطة الكنتورية باهتمام جيمو رفولوجى، الطبعة الثانية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٤م.

(١١) حمدى أحمد الديب: المساحة والخرائط، كلية الآداب بسوهاج، جامعة جنوب الوادى، د. ت.

(١٢) س. م. ضياء الدين علوى: الجغرافيا العربية فى القرنين التاسع والعاشر الميلاديين، تعريب عبد الله يوسف الغنيم، طه محمد جاد، دار المدنى، جدة ١٩٨٤.

(١٣) فتحى عبد العزيز أبو راضى: الجغرافيا العمليـة ومبـادئ الخـرائط، دار المعرفـة الجامعية، الإسكندرية ١٩٩٦.

(١٤) كاترين ديلانوسميث: تصور العالم، مجلة اليونسكو، ٤٤، يونيو ١٩٩١م، ص ١٢.

(١٥) فلاح شاكر اسود: خرائط التوزيعات، دار الحكمة اليمانية للطباعة والنـشر والتوزيـع، صنعاء ١٩٩٤.

(١٦) مجدى السرسي: التدريبات العملية فى الخرائط والمساحة، كلية البنات، جامعـة عـين شمس، القاهرة ١٩٩٨.

(١٧) محمد حلمى جعفر: المقدمة فى المساحة والخرائط، كلية الآداب، جامعة عين شـمس، القاهرة ١٩٩٩.

(١٨) محمد رجائى الطحلاوى: الخرائط الجيولوجية، الطبعة الثانية، أسيوط ٢٠٠٠.

(١٩) محمد صبحي عبد الحكيم: الخرائط العربية مجلة اليونسكو، السنة ٤٤، يونيـو ١٩٩١، ص ١٦ – ١٨.

(٢٠) محمد صبحى عبد الحكيم، ماهر عبد الحميد الليثى: علـم الخـرائط، مكتبـة الأنجلـو المصرية، القاهرة ١٩٧٩.

(٢١) محمد صبرى محسوب، أحمد البدوى الشريعى: الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربى، القاهرة ١٩٩٦.

(٢٢) محمد صبرى محسوب، جودة فتحى التركمانى: أسس الجغرافيا العامة، كليـة الآداب، جامعة القاهرة ٢٠٠٣.

(٢٣) محمد على الغرا: مناهج البحث فى الجغرافيا، الكويت ١٩٧٣.

(٢٤) محمد فتحى عوض الله: المعادن والصخور والحفريات، الهيئة المصرية العامة للكتـاب القاهرة ١٩٩٤.

(٢٥) محمد فريد فتحى: محاضرات فى الخرائط والمساحة، دار الرشاد للطباعـة والنـشر، الإسكندرية ١٩٨١.

(٢٦) محمد متولى وآخرون: الجغرافيا العلمية، الجزء الأول، القاهرة ١٩٥٥ م.

(٢٧) محمد متولى موسى، إبراهيم أحمد رزقانة: قواعد الجغرافيا العملية، الطبعـة الثانيـة، مكتبة الآداب ومطبعتها، القاهرة ١٩٦٩.

(٢٨) محمد محمد سطيحة: خرائط التوزيعات الجغرافية دراسة في طرق التمثيل الكارتوجرافي، دار النهضة العربية، القاهرة ١٩٩٢.

(٢٩) محمود عبد اللطيف عصفور، محمد عبد الرحمن الشرنوبي: الخرائط ومبادئ المساحة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٨٣.

(٣٠) مؤسسة دار المعارف: أطلس المعارف (الوطن العربي والعالم) الطبعة الثانية، القاهرة ١٩٧٥.

(٣١) نعيم أحمد شعت، خالد بن إبراهيم التركي: أساسيات الخرائط الجيولوجية، عمادة شئون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض ١٤١٤ هـ / ١٩٩٤م.

(٣٢) نقولا إبراهيم: مساقط الخرائط، منشأة المعارف، الإسكندرية ١٩٨٢.

(٣٣) هيام سليم: تطور الفكر الجغرافي، كلية البنات جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠١.

(٣٤) يسرى الجوهري: الخرائط الجغرافية، مكتبة الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية ١٩٩٧.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

1 - Cuff D-, & Mattson M., Thematic Maps, London 1982.

2 - Getis, A. & Others, Introduction To Geography Mirror Higher Eduction Group, Inc., London 1996.

3 - Hassan, S.H., Geographical Texts and research works in English, Cairo 2002.

4 - John, A.D., Geography, Hodder & stoughton, Kent 1983.

5 - Keltie & Howarth, History of Geography London 1913.

6 - Robinson, A., & Randall, D. s., Elements of Carography, New York 1969.

7 - Same & Robert N., Map skills around the world Social Education, Vol. 47, No-5, March 1983.

8 - Singh, R. L., Elements of Practical Geography, New Delhi 1979 .

9 - Winston, B., Map and Globe skill, the National Council For Geography Education 1984.